पढ़ें और सीखें योजना

सागर तल पर एक खान

बहुधात्विक पिंडों की

प्रतिमा जौहरी

विभागीय सहयोग
राम दुलार शुक्ल

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

जून 1994
आषाढ 1916
PD 10T OP

प्रकाशन सहयोग

सी.एन.राव *अध्यक्ष*, प्रकाशन विभाग

प्रभाकर द्विवेदी : मुख्य सम्पादक
पूरनमल : सम्पादक
ओम प्रकाश : सम्पादन सहायक
यू. प्रभाकर राव : मुख्य उत्पादन अधिकारी
डी. साईं प्रसाद : उत्पादन अधिकारी
डी. के. शेन्डे : वरिष्ठ कलाकार
विकास ब. मेश्राम : सहायक उत्पादन अधिकारी
राजेश पिप्पल : उत्पादन सहायक

एन.सी.ई.आर.टी. के प्रकाशन विभाग के कार्यालय

एन सी ई आर टी. कैम्पस	सी डब्ल्यू.सी कैम्पस	नवजीवन ट्रस्ट भवन	सी डब्ल्यू सी. कैम्पस
श्री अरविंद मार्ग	चितलापक्कम, क्रोमपेट	डाकघर नवजीवन	32, बी टी रोड, सुखचर
नई दिल्ली 110016	मद्रास 600064	अहमदाबाद 380014	24 परगना 743179

आवरण : दिलीप कुमार शेन्डे

रु. : 21.00

प्रकाशन विभाग में, सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नई दिल्ली 110016 द्वारा प्रकाशित तथा ज़ूम डेस्कटॉप प्रिन्टर्स, 1899 उदयचन्द मार्ग, कोटला मुबारकपुर, नई दिल्ली 110003 द्वारा लेज़र कम्पोज होकर, इंडिया आफसेट प्रेस, ए-1, मायापुरी औद्योगिक क्षेत्र, रिंग रोड, नई दिल्ली 110064 में मुद्रित।

प्राक्कथन

शिक्षा का मुख्य उद्देश्य मनुष्य को बेहतर इंसान बनाना है। शिक्षा मनुष्य का शारीरिक, मानसिक, भावनात्मक व नैतिक दिशा में विकास करके उसे एक सम्पूर्णता प्रदान करती है। हमारी शिक्षा-व्यवस्था में ऐसा तभी संभव हो पाएगा जब बच्चों में पूर्व-प्राथमिक व प्राथमिक स्तर से ही ऐसे मूल्यों की पौध लगाई जाए कि वे बौद्धिक और काल्पनिक क्षमताओं का विकास करना सीखने लगें।

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् बच्चों में अध्ययन की क्षमता व रुचि दोनों का ही विकास करने के लिए सदा तत्पर रही है और समय-समय पर इस क्षेत्र में विभिन्न प्रयास व नए-नए प्रयोग करती रहती है। पाठ्यक्रम में निर्धारित पुस्तकों के प्रकाशन से भिन्न परिषद् ने बच्चों में अध्ययन प्रवृत्ति के विकास के लिए समय-समय पर पूरक अध्ययन सामग्री तथा उसके अंतर्गत प्रयोगात्मक स्तर पर कई पुस्तक-मालाएँ व परियोजनाएँ शुरू की हैं। इन सभी प्रयासों का मूल उद्देश्य है बच्चों की पुस्तकों से दोस्ती कराना।

पूरक अध्ययन सामग्री के प्रकाशन को इस विचार ने जन्म दिया गया है कि बच्चों की पाठ्यपुस्तकों की एकरसता से इतर कुछ ऐसी अध्ययन सामग्री भी दी जानी चाहिए जो कथ्य और कलेवर दोनों ही पक्षों में समृद्ध हो। साथ ही परोक्ष रूप से उन तक वांछित मानवीय मूल्य भी पहुँचाती हो।

लगभग 30 वर्षों से पूरक अध्ययन की पुस्तकों के प्रकाशन का काम जारी रखते हुए परिषद् में इस क्षेत्र में कुछ और अधिक करने की ललक थी और इसी का परिणाम है हमारी **पढ़ें और सीखें** योजना। इसके अंतर्गत प्रकाशित पुस्तकों के माध्यम से यह कोशिश की गई है कि बच्चे इस दुनिया में बसी हुई अनेक **अनजान दुनियाओं** से भी परिचित हों तथा उन्हें अपने भीतर के संसार को जानने का भी मौका मिले। उनमें पुस्तकों के प्रति अपनापन व लगाव उपजे।

इन पुस्तकों में कथा साहित्य, भारतीय संस्कृति और इतिहास, विभिन्न महापुरुषों की जीवनियों व आत्मकथाओं आदि से लेकर विज्ञान के क्षेत्र में हो रहे आधुनिकतम

आविष्कारों व विकासकारी गतिविधियों तथा जनसंख्या शिक्षा तक का फैलाव समेटा गया है। पुस्तकों के माध्यम से अपने बाल व किशोर पाठकों को परिषद् सामाजिक जागरूकता, धर्म-निरपेक्षता और वैज्ञानिक मानवतावाद सरीखे मूल्य भी दे रही है।

पढ़ें और सीखें पुस्तक-माला के अंतर्गत पाठ्यक्रम की पुस्तकों से कुछ हटकर तैयार की जाने वाली विज्ञान की पुस्तकों का उद्देश्य है पाठकों को वैज्ञानिक विषयों की सही जानकारी देना तथा उनमें वैज्ञानिक अभिरूचि का विकास करना। आशा है **डॉ. प्रतिमा जौहरी** द्वारा लिखित प्रस्तुत पुस्तक **महासागर तल पर एक खान—बहुधात्विक पिंडों की** हमारे पाठकों के लिए आनंदप्रद व उपयोगी सिद्ध होगी।

पढ़ें और सीखें पुस्तक-माला के अंतर्गत प्रकाशित पुस्तकों को और भी उपयोगी बनाने की दिशा में दिए गए हर सुझाव का परिषद् स्वागत करेगी।

अशोक कुमार शर्मा
निदेशक
नई दिल्ली राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

दो शब्द

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) की **पढ़ें और सीखें** योजना के अंतर्गत यह एक छोटा-सा प्रयास है। जब परिषद् के प्रगतिशील निदेशक डॉ. अशोक कुमार शर्मा ने मुझे इस दिशा में विज्ञान के विषयों का कार्यभार संभालने के लिए आमंत्रित किया तो अपने वैज्ञानिक मित्रों की अतिव्यस्तता के कारण यह उत्तरदायित्व स्वीकार करने में मुझे संकोच था।

इस दिशा में मेरा प्रयास रहा है कि विज्ञान के विभिन्न विषयो के जाने-माने विद्वानों को इस सराहनीय कार्य के लिए निमंत्रित कर सकूँ। ऐसा मेरा विश्वास है कि खोज और अनुसंधान की आनंदपूर्ण अनुभूतियों वाले वैज्ञानिक ही अपने आनंद की एक झलक बच्चों तक पहुँचा सकते हैं। मैं उनका हृदय से आभारी हूँ कि उन्होंने अंकुरित होने वाली पीढी के लिए अपने बहुमूल्य समय में से कुछ क्षण निकालने का प्रयास किया। बालक राष्ट्र की सब से बहुमूल्य और महत्वपूर्ण निधि है और मेरे लिए यह किंचित आश्चर्य और संतोष की बात है कि हमारे इतने लब्धप्रतिष्ठ और अत्यंत व्यस्त वैज्ञानिक बच्चों के लिए थोड़ा परिश्रम करने के लिए सहर्ष मान गए हैं। मैं सभी वैज्ञानिक मित्रों के लिए हृदय से आभारी हूँ।

इन पुस्तकों की तैयारी में हमारा मुख्य ध्येय रहा है कि विषय ऐसी शैली में प्रस्तुत किया जाए कि बच्चे स्वयं इसकी ओर आकर्षित हों, साथ ही भाषा इतनी सरल हो कि बच्चों को इनके अध्ययन से विज्ञान के गूढ़तम रहस्यों को समझने में कोई कठिनाई न हो। इन पुस्तकों के पढ़ने से उनमें अधिक पढ़ने की रुचि पैदा हो; उनके नैसर्गिक कौतूहल में वृद्धि हो जिससे ऐसे कौतूहल और उसके समाधान के लिए स्वप्रयत्न उनके जीवन का एक अंग बन जाए।

यह योजना परिषद् के वर्तमान निदेशक **डॉ. अशोक कुमार शर्मा** की प्रेरणा से चल रही है। मैं उन्हें इसके लिए बधाई और धन्यवाद देता हूँ।

डॉ. प्रतिमा जौहरी ने इस पुस्तक को लिखने के लिए मेरा अनुरोध स्वीकार किया

जिसके लिए मै हृदय से आभारी हूँ। परिषद् के विज्ञान एवं गणित्त शिक्षा विभाग के प्रो राम दुलार शुक्ल विज्ञान की पुस्तकों के लेखन से सबंधित योजना के संयोजक एवं सपादक हैं और बहुत परिश्रम और कुशलता से अपना कार्य कर रहे हैं। प्रो. अमरनाथ महेश्वरी **पढ़ें और सीखें** योजना के संचालक हैं। मैं इन दोनों को हृदय से धन्यवाद देता हूँ।

आशा है कि ऐसी पुस्तकों से हमारी नई पीढ़ी की बाल्यकाल ही में वैज्ञानिक मानसिकता का शुभारंभ हो सकेगा और विज्ञान के नवीनतम ज्ञान के साथ ही साथ उन्हें अपने देश की प्रगतियों एवं वैज्ञानिकों के कार्य की झलक मिल सकेगी जिससे उनमें अपने राष्ट्र के प्रति गौरव की भावना का भी सृजन होगा।

रामचरण मेहरोत्रा
अध्यक्ष
'पढ़ें और सीखें योजना'
(विज्ञान)

आमुख

पढ़ें और सीखें योजना के अंतर्गत अब तक काफी पुस्तकें प्रकाशित की जा चुकी हैं। इस योजना के अंतर्गत विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों जैसे भौतिकी, रसायन, गणित, पर्यावरण, अंतरिक्ष एवं ब्रह्मांड विज्ञान, नाभिकीय एवं सौर ऊर्जा, आयुर्विज्ञान, समुद्र विज्ञान, राकेटरी, कम्प्यूटर, बायोटेक्नालॉजी, इंजीनियरिंग आदि में पुस्तकों का निर्माण हुआ है। विज्ञान के अन्य बहुत से नए क्षेत्रों में पुस्तकों का लिखना जारी है। विज्ञान के क्षेत्र में तैयार की जाने वाली इन पुस्तकों के लेखन में हमारे देश के जाने माने वैज्ञानिक सक्रिय योग दे रहे हैं और वे अपनी वैज्ञानिक अनुभूतियों को सरल एवं सुरुचिपूर्ण भाषा में बच्चों के लिए प्रस्तुत कर रहे हैं। देश के इन लब्धप्रतिष्ठ वैज्ञानिकों को योजना में सम्मिलित करने का मुख्य उद्देश्य यह है कि इन पुस्तकों में लिखी गई विषयवस्तु प्रामाणिक होगी तथा हमारे बच्चे यह महसूस करेंगे कि देश के जाने माने वैज्ञानिक उनके लिए उनके स्तर पर उतरकर विज्ञान के गूढतम रहस्यों को सुंदर एव सरल भाषा में प्रस्तुत करने के लिए कृत संकल्प हैं। इससे बच्चों को, जो हमारे भावी वैज्ञानिक हैं, विज्ञान के क्षेत्र में बहुत अधिक प्रोत्साहन मिलेगा। विज्ञान की इन पुस्तकों के द्वारा हमें पूर्ण आशा है कि बच्चों को आधुनिकतम वैज्ञानिक विषयों की सही जानकारी मिलेगी, साथ ही उनके अंदर एक वैज्ञानिक मानसिकता भी पैदा होगी।

प्रस्तुत पुस्तक **महासागर तल पर एक खान—बहुधात्विक पिंडों की** के लेखन के लिए **डॉ. प्रतिमा जौहरी** ने हमारा निमंत्रण स्वीकार किया जिसके लिए हम उनके अत्यन्त आभारी हैं। इस योजना के अंतर्गत तैयार हो रही विज्ञान की पुस्तकों के लेखन का मार्गदर्शन दिल्ली विश्वविद्यालय के भूतपूर्व कुलपति प्रो. रामचरण मेहरोत्रा कर रहे हैं। विज्ञान की पुस्तकों के लेखन के संयोजन एवं अंतिम सपादन आदि का दायित्व हमारे विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग के प्रो. राम दुलार शुक्ल वहन कर रहे हैं।

मैं प्रो. रामचरण मेहरोत्रा और अपने सहयोगी प्रो. शुक्ल को हार्दिक धन्यवाद एवं बधाई देता हूँ।

इस पुस्तक को इतने अच्छे ढंग से प्रकाशित करने के लिए मैं परिषद् के प्रकाशन

विभाग के कार्यकर्ताओं, विशेषकर विभागाध्यक्ष श्री सी.एन.राव और मुख्य संपादक श्री प्रभाकर द्विवेदी को हार्दिक धन्यवाद देता हूँ।

इस माला की पुस्तकों पर बच्चों, अध्यापकों एवं बच्चों के माता-पिता की प्रतिक्रिया का हम स्वागत करेंगे ताकि इन पुस्तकों को और भी अधिक उपयोगी बनाने में हमें सहयोग मिल सके।

अमर नाथ महेश्वरी
प्रोफेसर एवं विभागाध्यक्ष
विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग
राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान एवं प्रशिक्षण प्ररिषद्

लेखक परिचय

– **प्रतिमा जौहरी**, कुमाऊँ विश्वविद्यालय, नैनीताल से एम.एससी. (भूगर्भ विज्ञान), .पीएच.डी.।

– बहुधात्विक पिंड सर्वेक्षण योजना की एकमात्र महिला वैज्ञानिक। आंकड़े एकत्र करने हेतु लगभग 300 दिन की समुद्री यात्रा।

– देश विदेश की प्रमुख हिन्दी-अंग्रेजी पत्र-पत्रिकाओं में लेख प्रकाशित।

– संप्रति : वरिष्ठ वैज्ञानिक, **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, गोवा**।

आभार

1. **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, गोवा** के श्री रवीन्द्रनाथ नायर (संचालक–बहुधात्विक पिंड योजना), डा. विजय कुमार कोडागली, डा. वीरूपाक्ष बणकार, श्री रवीन्द्रनाथ उच्छिल, श्री उमेश सिरसत, श्री प्रियंकर पालीवाल, डा. जेनेप्पा पाट्टण एवं श्री स्वामी प्रकाश शर्मा के प्रति।

2. योजना के भूतपूर्व संचालक स्वर्गीय डा. हसन नसीम सिद्दीकी सहित **बहुधात्विक पिंड सर्वेक्षण** योजना के सभी सहयोगियों के प्रति, जिनके 10 वर्षों से अधिक किये गए प्रयत्नों को लिपिबद्ध करने का यह प्रयास किया गया।

3. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् के प्रो. राम दुलार शुक्ल (**समन्वयक**) एवं प्रकाशन विभाग के अध्यक्ष सी.एन.राव तथा उनके अन्य सहयोगियों के प्रति, जिनके प्रयास से यह पुस्तक इतने अच्छे ढंग से प्रकाशित की जा सकी।

4. **महासागर विकास विभाग**, नई दिल्ली।

अनुक्रम

विज्ञान संबंधित मूल्य

जिज्ञासा, ज्ञान-पिपासा, वस्तुनिष्ठता, ईमानदारी व सच्चाई, प्रश्न करने का साहस, क्रमबद्ध तर्क, प्रमाण/सत्यापन के पश्चात स्वीकृति, खुला दिमाग, पूर्णता प्राप्त करने की अभिलाषा तथा मिलजुल कर कार्य करने की भावना आदि विज्ञान संबंधी कुछ आधारभूत मूल्य हैं। इन मूल्यों द्वारा विज्ञान के उन प्रक्रमों को अभिलक्षणित किया जाता है, जो प्रकृति एवं उसकी अपघटनाओं से संबंधित सत्य के अन्वेषण में सहायता प्रदान करते हैं। विज्ञान का उद्देश्य विभिन्न वस्तुओं एवं अपघटनाओं की व्याख्या करना है। अतः विज्ञान सीखने एवं उसका अभ्यास करने के लिए —

* **अपने परिवेश की वस्तुओं तथा घटनाओं के प्रति जिज्ञासु बनें।**
* **प्रचलित विश्वासों एवं मान्यताओं पर प्रश्नचिह्न लगाने का साहस करें।**
* **"क्या", "कैसे" तथा "क्यों" में प्रश्न करें एवं सूक्ष्म प्रेक्षणों, प्रयोगों, परामर्शों, चर्चाओं व तर्कों द्वारा अपना उत्तर प्राप्त करें।**
* **प्रयोगशाला में अथवा उसके बाहर प्राप्त अपने प्रेक्षणों एवं प्रायोगिक परिणामों को सच्चाईपूर्वक लिखें।**
* **आवश्यकता पड़ने पर, प्रयोगों की पुनरावृत्ति सावधानीपूर्वक एवं क्रमबद्ध तरीके से करें, किन्तु किसी भी परिस्थिति में अपने परिणामों में हेरफेर न करें।**
* **तथ्यों, विचार-बुद्धि एवं तर्कों द्वारा अपना मार्गदर्शन करें, पूर्वाग्रहों से ग्रस्त न हों।**
* **अनवरत एवं समर्पित कार्य के द्वारा नई खोजों एवं नए आविष्कारों के लिए उत्कट अभिलाषा रखें।**

1

खनिजों की तलाश महासागर में

विज्ञान की उन्नति ने देश को अनेकों नए उद्योगों की ओर अग्रसर किया है। नित नए कल-कारखाने लगाए जा रहे हैं। 'हरित क्रांति' ने कृषि-क्षेत्र में बहार ला दी है। इन सबके बावज़ूद भी, दिनों-दिन बढ़ती जनसंख्या के कारण सब कुछ विभाजित हो जाता है और उन्नति का ज़्यादा असर दिखाई नहीं देता। अगर जनसंख्या इसी तरह बढ़ती रही तो एक दिन पृथ्वी पर उपस्थित सब संसाधन (Resources) ख़त्म होने लगेंगे। ऐसी स्थिति में मनुष्य को एक बार पुनः महासागरों की ओर लौटना पड़ेगा। इन्हीं महासागरों में करोड़ों वर्ष पूर्व जीवन की शुरूआत हुई थी और ये महासागर ही आज उसकी रक्षा करेंगे।

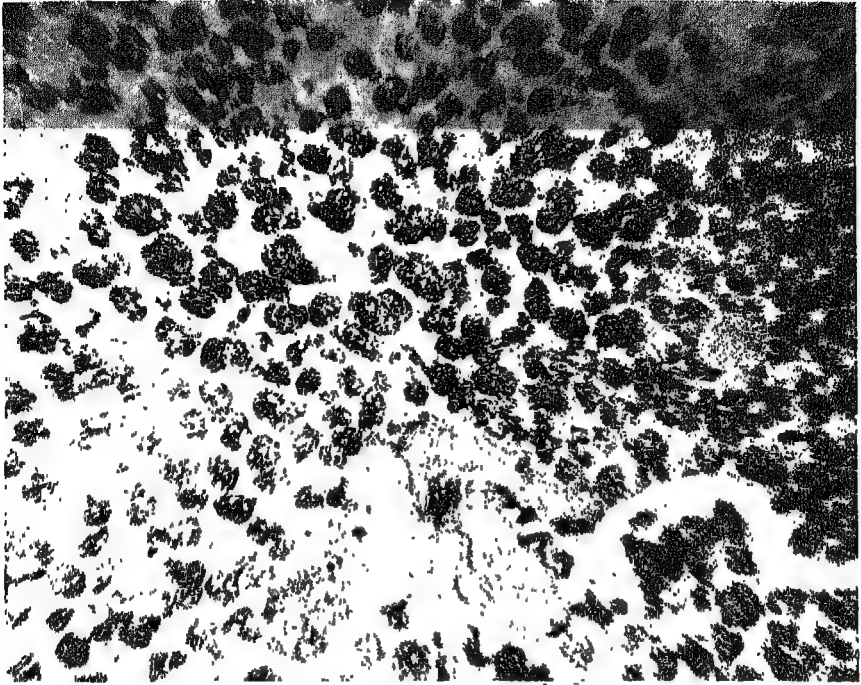
कभी समुद्र की ओर देखें तो लगता है कितनी विस्तृत है इसकी जलराशि। भूमि के जिस भाग पर हम रहते हैं वह सम्पूर्ण पृथ्वी का मात्र 29% है और बाकी का 71% भाग पानी है। महासागरों के इस पानी में भोजन, ऊर्जा और प्राकृतिक सम्पदाओं के असीमित भंडार छुपे हैं। समुद्र से मछली पकड़ना और यातायात का प्रचलन बहुत पुराना है। इस समय ऐसी विधियों का विकास हो चुका है जो इसी पानी (समुद्र के खारे पानी को) को पीने योग्य पानी बना देती हैं। लहरों की शक्ति से बिजली पैदा की जा सकती है और समुद्र में बिखरे खनिज भंडारों का उपयोग वर्षों तक किया जा सकता है।

इन महासागरों की 3500 लाख घन मील की विपुल जलराशि स्वयं में एक विस्तृत खनिज भंडार है। इस जल के प्रत्येक दस लाख भाग में लगभग 35,000 भाग खनिज लवण घुले हैं। इन लवणों को यदि पानी से निकालकर

सुखाया जाए तो सम्पूर्ण ज़मीन पर लगभग 15 वर्ग मीटर मोटी तह बिछ जायेगी। **महाद्वीपीय शेल्फ** (Continental Shelf) पर बालू, खनिज, तेल, इमारती पत्थर, कोयला, हीरे, मूंगा (Coral), प्लेसर खनिज तथा फास्फोराइट जैसे अनेकों खनिज बिखरे हुए हैं। कभी-कभी इन खनिजों का समुद्र की ओर विस्तार भूमि पर इनके समस्त विस्तार से भी अधिक होता है। ज़्यादा गहरे समुद्र में **हाइड्रोथर्मल भंडार** (Hydrothermal Deposits) तथा **बहुधात्विक पिंड*** (Polymetallic Nodules) महत्त्वपूर्ण खनिज भंडार हैं।

ये बहुधात्विक पिण्ड कभी-कभी नदियों, बड़ी झीलों और कम गहरे सागर में भी मिलते हैं। गहरे महासागरों में यह तल की ऊपरी सतह पर चटाई की तरह फैले हैं (चित्र 1)। इन पिंडों में निकिल, कोबाल्ट, तांबा, मैंगनीज़ एवं लोहा जैसी अनेकों धातुएं हैं जिनका खनन सम्भव है। गोवा स्थित **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान** के वैज्ञानिकों ने हिंद महासागर के मध्य क्षेत्र (Central Indian Ocean Basin) में लगभग 5000 मीटर गहरे पानी तले इन पिंडों से भरी एक खान की खोज की है। उनकी इस उपलब्धि के लिए **अन्तर्राष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण** (International Seabed Authority) ने भारत देश को ***प्रथम पूंजी निवेशक*** (Pioneer Investor) की उपाधि से सम्मानित किया है। अमरीका, जापान, कनाडा और सोवियत संघ के बाद भारत को इस सम्मान का गौरव मिला है। बहुत से देशों ने इन बहुधात्विक पिंडों को भविष्य का एक उद्योग मान लिया है।

बहुधात्विक पिंडों की खोज : इन पिंडों की गहरे समुद्र में खोज का श्रेय 1872–76 में हुए **चैलेन्जर** अभियान को जाता है। यद्यपि इस अभियान में किसी भूवैज्ञानिक ने भाग नहीं लिया था। 7 मार्च, 1873 को गहन समुद्र में जब ड्रेज द्वारा तलीय नमूने एकत्र किये जा रहे थे, यह ड्रेज बहुधात्विक पिंडों से भरा हुआ वापस लौटा। दल के वैज्ञानिकों के अनुसार *"अनेकों अद्भुत, एक इंच लम्बी, काली, अण्डाकार चीजें लेकर"* जिन्हें जाँच के बाद

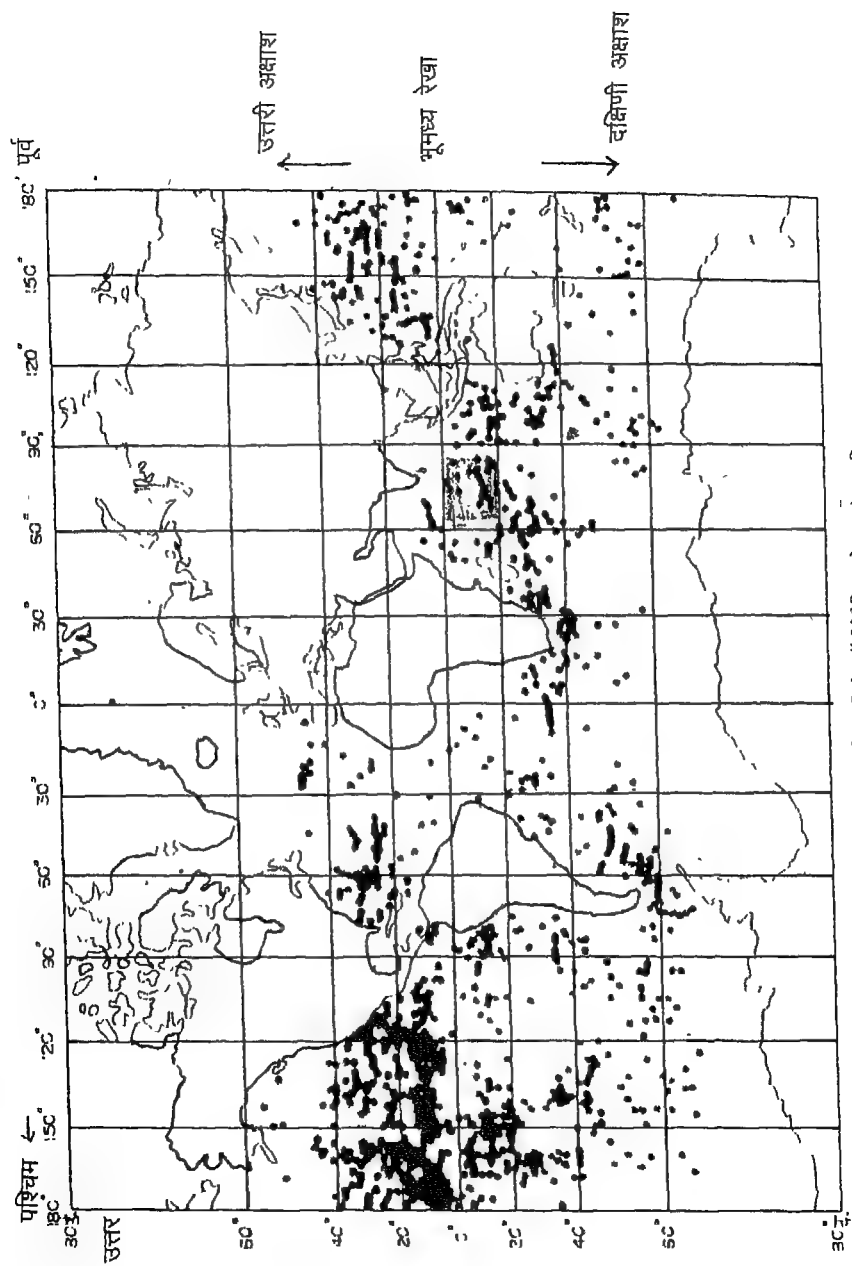
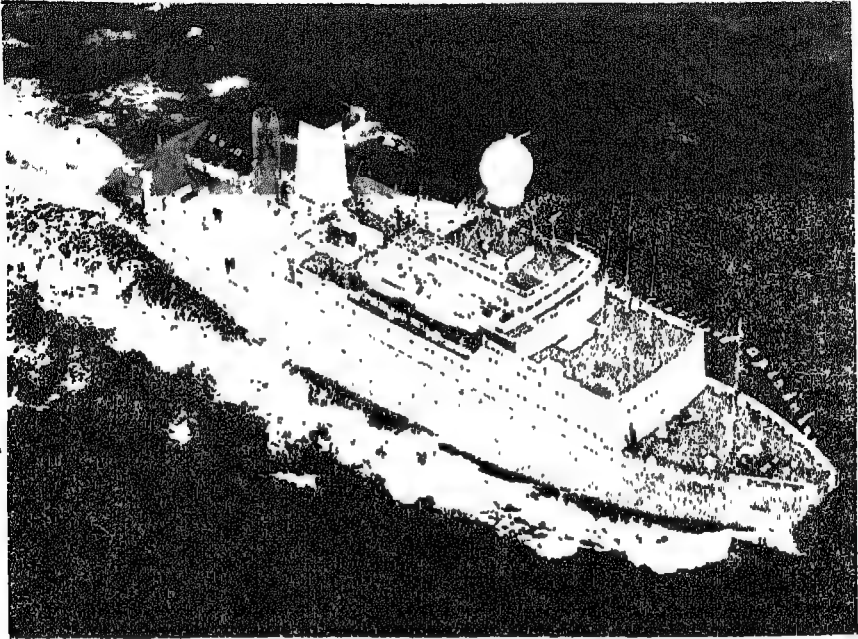
*इन बहुधात्विक पिंडों को मैगनीज़ नोड्यूल, फेरोमैगनीज नोड्यूल्स तथा पौलीमेटैलिक कंकरीशन्स आदि नाम से भी जाना जाता है।

चित्र 1. गहरे समुद्र मे बहुधात्विक पिंडों का विस्तार, नीचे मिट्टी मे धंसा लट्टू, (गहराई 5000 मीटर)।

मैंगनीज़ का बाहुल्य होने के कारण **मैंगनीज़ पिंड** (Manganese Nodules) की संज्ञा दी गई। दल के रसायनशास्त्री ने अपने पिता को पत्र में लिखा कि *मैंगनीज़ आर्थिक दृष्टि से एक बहुत महत्त्वपूर्ण खनिज है। यद्यपि इतने गहरे समुद्र से मैंगनीज निकालने की संभावना अभी कम है परन्तु इनकी उपस्थिति भविष्य में कभी भूविज्ञान के क्षेत्र में ज़रूर ही महत्त्वपूर्ण सिद्ध हो सकेगी।*

सन् 1965 में जे.एल. मेरो नामक वैज्ञानिक ने इन पिंडों का आर्थिक पहलू उजागर करते हुए सभी की दृष्टि इस ओर आकर्षित की। उसने लिखा कि *समुद्र में उपस्थित इन पिंडों के कुल संग्रह (Total Deposit) का केवल 10% भी खनन की दृष्टि से लाभकारी हो तब भी इनमें उपस्थित धातुऐं*

हमारे लिए हज़ारों साल तक उपलब्ध हो सकेंगी। मेरो ने कहा कि *जिस तरह इस समय किनारे से बालू खोदना सम्भव है, उसी तरह कुछ सालों बाद हज़ारों मीटर गहराई से खनिज खोदना और लगभग 20 वर्षों बाद गहन समुद्र (औसत 4500 मीटर) से इन पिंडों का खनन सम्भव हो सकेगा।* कुछ लोगों ने मेरो का मज़ाक बनाया कि *आँधी-तूफान के बीच फुटपाथ पर कटोरे में दूध रखा है और मेरो 20 मंजिला इमारत की छत पर खड़े होकर पतले पाइप से उसे पीने की बात कर रहे हैं।* सच है कि उस समय समुद्र की अथाह गहराई, पानी का भीषण दबाव एवं धाराओं के बीच से पिंडों के खनन की बात सोचना कुछ ऐसा ही प्रतीत होता होगा परन्तु गहरे सागर का उत्खनन धीरे-धीरे एक सच्चाई बनकर सामने आ रही है।

आरम्भ में लोगों को संदेह था कि गहरे समुद्र से खनन नहीं हो सकता परन्तु अब वह सब अतीत की बातें हो गई हैं। आज समुद्री किनारों से बालू एवं बड़े इमारती पत्थरों के खनन से लेकर लगभग 100 मीटर गहराई से भारी धातुएं, सीपी, हीरे और मैंगनीज़ की खुदाई हो रही है। इतना ही नहीं, जापान के कुल कोयले का 30% भाग 2400 मीटर की गहराई से ही प्राप्त किया जा रहा है। लाल सागर में लगभग 2500 मीटर की गहराई पर लगे परीक्षण संयंत्र की सफलता ने यह सिद्ध कर दिया है कि इससे थोड़ी अधिक गहराई से धात्विक पिंडों का खनन उतना दुष्कर नहीं होगा।

भारत में भी उथले समुद्र से बालू, भारी खनिज, मूंगे तथा गहरे पानी से तेल और गैस प्राप्त करने का प्रचलन, गहरे समुद्र से खनन को प्रेरित करता है। दुर्गापुर में स्थापित **केन्द्रीय यान्त्रिक अभियान्त्रिकी अनुसंधान संस्थान,** में बहुधात्विक पिंड खनन करने की टेक्नालॉजी विकसित करने के प्रयास चल रहे हैं। इन बहुधात्विक पिंडों का खनन आर्थिक लाभ देगा या नहीं, इस प्रश्न पर अन्तर्राष्ट्रीय बहस अभी भी जारी है। संभवत. इस प्रणाली से प्राप्त धातुओं का बाज़ार मूल्य ही इस प्रश्न का अन्तिम उत्तर होगा।

चित्र 2 : गहरे समुद्र सस्तर पर बहुधात्विक पिंडो (पॉलीमेटैलिक नोड्यूल्स) का विस्तार

चित्र 3 (अ) समुद्र विज्ञान संबधी आधुनिक उपकरणो से सुसज्जित **सागर कन्या**। (ब) और (स) (पृष्ठ 7 पर) ब्रिटेन से किराए पर लिए गए जहाज **जी.ए.रे.** और **फरनैला**।

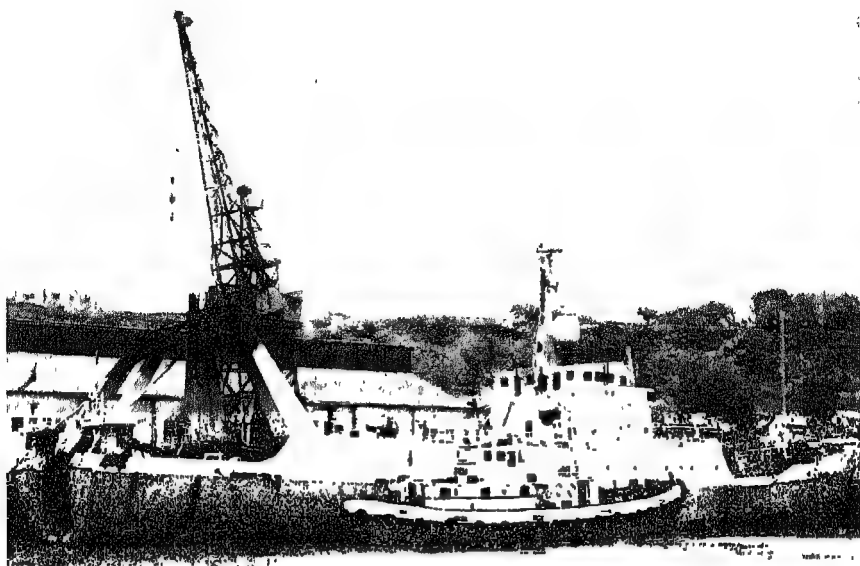
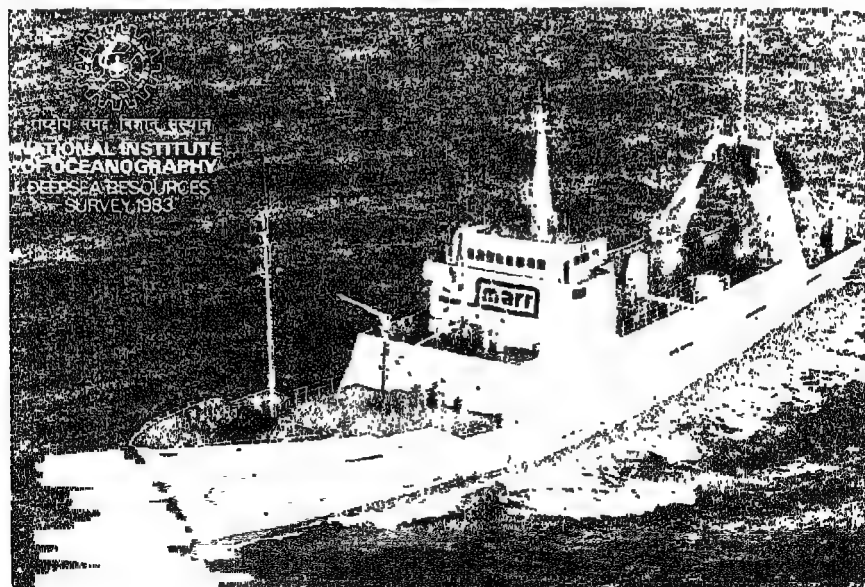
हिंद महासागर में बहुधात्विक पिंड एवं भारतीय प्रयास

महासागरों के लगभग 460 लाख वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में इन बहुधात्विक पिंडों का फैलाव है (चित्र 2) जिसमें से हिंद महासागर के 100–150 लाख वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में इनके प्राप्त होने का अनुमान है। इसी अनुमान को लेकर 1977 में **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान,** गोवा के वैज्ञानिकों ने इन पिंडों के सर्वेक्षण की योजनाएँ बनानी शुरू कीं। 1980–81 में मात्र नौ व्यक्तियों के दल को लेकर कार्य आरम्भ किया गया।

1981 में जब सारा देश गणतंत्र दिवस मनाने में व्यस्त था, उसी दिन पहले भारतीय अनुसंधान जलयांन **जी.ए.रे.** (चित्र 3 ब) ने अरब सागर से

चित्र 3 (ब) ↑

चित्र 3 (स) ↓

NATIONAL INSTITUTE
OF OCEANOGRAPHY
DEEPSEA RESOURCES
SURVEY 1983
marr

पहला बहुधात्विक पिंड खोज निकाला। इस सफलता से उत्साहित होकर हिंद महासागर के अन्य क्षेत्रों—मुख्यतः मध्य हिंद महासागर (Central Indian Ocean Basin) में सर्वेक्षण के विस्तार एवं खनन क्षेत्र की खोज के लिये योजनाएँ बनाई गईं। 1982 में इन योजनाओं पर जोर-शोर से कार्य आरम्भ कर दिया गया। **गवेषणी** एवं **महासागर विकास विभाग** के सौजन्य से बने **सागर-कन्या** के अतिरिक्त 4 अन्य जलयान (3 विदेशी व 1 भारतीय) किराये पर लिये गए। नई नियुक्तियों के फलस्वरूप 76 वैज्ञानिकों, इन्जीनियरों एवं तकनीशियनों के दल ने इस योजना पर काम करना शुरू किया। इतना ही नहीं, अब तक देश के लगभग 40 अन्य संस्थानों एवं विश्वविद्यालयों ने सर्वेक्षण, रासायनिक जाँच, धातु कर्म, खनन संयंत्रों का विकास व भंडारों का मूल्यांकन आदि विभिन्न चरणों में इस बहुमुखी योजना को सफल बनाने में सहयोग दिया है।

2

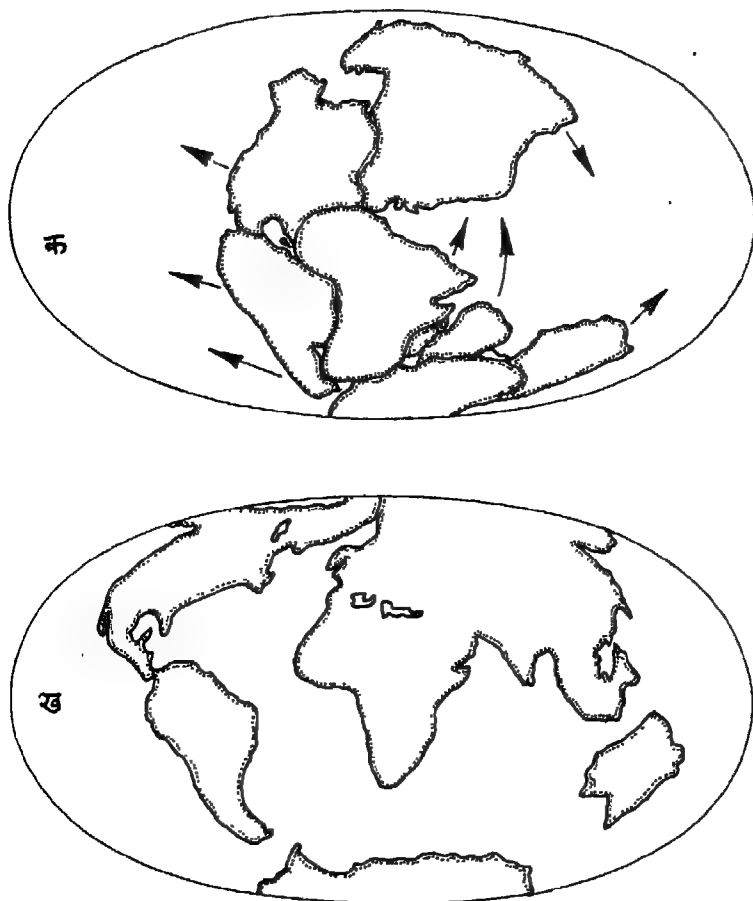
महासागरों का निर्माण और मनुष्य से रिश्ता

लगभग साढ़े चार अरब वर्ष पूर्व गैस और अंतरिक्ष धूल (Cosmic dust) के गुबार का एक गोला अंतरिक्ष में दहक रहा था। आग का यह गोला पृथ्वी थी, कहते हैं इसके निर्माण में सौ से एक हज़ार वर्ष लग गये। इसी समय कई अन्य ग्रहों का निर्माण भी हो रहा था। ग्रहों की भयंकर टक्कर के कारण पृथ्वी का केन्द्र आरम्भ.में बहुत गर्म था, जिसने धीरे-धीरे ठंडा होना शुरू कर दिया। संभवतः पहले पिघले तरल पदार्थ के रूप में। बाद में इस तरल पदार्थ का पृथक्करण (Separation) शुरू हुआ जिसने पृथ्वी की संरचना को तीन भागों में बनाया। सबसे भारी पदार्थ जैसे लौह धातुएं ग्रह के केन्द्र (Core) की तरफ डूब गई। इस केन्द्र के भी 2 भाग हुए। अन्दरूनी ठोस भाग (1270 किलोमीटर मोटा) तथा बाहरी भाग (2200 किलोमीटर मोटा) तरल था। इस केन्द्र के चारों ओर 2870 किलोमीटर मोटी पिघली चट्टानों की दूसरी तह बनी जिसे मैंटल (Mantle) के नाम से जाना जाता है। सबसे बाहरी सतह प्याज़ के छिलके जैसी पतली सिर्फ 0–30 किलोमीटर मोटी बनी जिस पर हम लोग रहते हैं। ऐसा कहते हैं कि सबसे पहले इसी पतली बाह्य ठोस सतह (Crust) का निर्माण हुआ जो तरल मैंटल पर तैरती थी। मैंटल के धीरे-धीरे ठंडा होने के साथ असीमित गैसें और भाप ऊपर वातावरण (Atmosphere) में समाहित होने लगीं। जब पृथ्वी की सतह इतनी ठंडी हो गई कि उसने उबलना बन्द कर दिया तब वर्षा होनी शुरू हुई और बहुत बड़े बेसिन (Basin) में भर गई। इस तरह महासागरों का निर्माण हुआ।

कुछ वैज्ञानिकों का अनुमान है कि टकराव के कारण पृथ्वी के गैसीय तत्वों ने निकलकर वाष्प का वातावरण बनाया होगा जो बाद में बरस कर समुद्र बना। सारांश यह कि पृथ्वी के निर्माण के समय ही एक वातावरण मौजूद था जिसमें नाइट्रोजन (N_2), कार्बन डाई ऑक्साइड (CO_2), तथा जल वाष्प (H_2O), पहले से ही मौजूद थे। ये पदार्थ 4.5 करोड़ वर्ष पूर्व ऑक्सीकृत होकर, या वर्षा द्वारा समुद्री पानी बने।

वास्तव में सम्पूर्ण संसार में केवल एक ही महासागर है, क्योंकि आज के पाँचों महासागरों का तला पानी के अंदर आपस में जुड़ा है जिनके ऊपर पानी है। सभी महाद्वीप इस पानी पर तैरते हुए **द्वीप समूह** (Islands) जैसे हैं जो इस विशाल जलराशि को अलग-अलग महासागरों में विभाजित कर देते हैं। पृथ्वी पर एक स्थान ऐसा भी है जहाँ पर सारा पानी आपस में मिल जाता है। 40° एवं 60° दक्षिण अक्षांश के पास दक्षिणी ध्रुव (अंटार्कटिका) के समीप, दक्षिण अमरीका महाद्वीप के दक्षिणी किनारे की 2% ज़मीन के अलावा बाकी 98% भाग पानी है। इस स्थान से ही सारे महासागर अटलांटिक, हिंद और प्रशांत महासागरों में विभक्त हो जाते हैं।

इन महासागरों के निर्माण का इतिहास बहुत ही रोमांचकारी है। भूविज्ञान में इसे **महाद्वीपीय विखण्डन** (Continental Drift) कहते हैं। आज से लगभग दो हज़ार लाख वर्ष पहले सभी महाद्वीप एक साथ जुड़े थे। इन्हें **पैंजिया**

> चलते-चलते एक से यू ही पूछ लिया : समुद्र में इतना पानी कहाँ से, कैसे आ गया कुछ पता है? 'भगवान ने दिया' जबाव था। जिसे पता नहीं उसने भगवान की देन समझा, जिसे पता है उसने प्रकृति की देन समझा। एक बिन्दु पर प्रकृति और ईश्वर एक ही तो हैं। जब ईश्वर गुस्सा हो जायेगा तब प्रलय आ जायेगी, जब मनुष्य प्रकृति को विकृत कर देगा तब भी प्रलय आयेगी।

चित्र 4 - क : पैंजिया– 2000 लाख वर्ष पूर्व। महाद्वीपो का खंडित होकर तीरों की दिशा में धीमी गति से चलना और (ख) आज की स्थिति।

(Pangaea) के नाम से जाना जाता था। इन महाद्वीपों के चारों ओर **टेथीस** (Tethys) नामक महासागर था। मध्य महासागर पर्वतमालाओं को फोड़कर पृथ्वी के गर्भ से मैग्मा ऊपर निकलता और पुरानी तहों को परे खिसका देता। निरन्तर चलती इस क्रिया के फलस्वरूप समुद्र तल फैलकर बढ़ने

लगा। परिणामस्वरूप, एक साथ जुडे महाद्वीप, पैंजिया की कमज़ोर सतहों से खण्डित होकर अलग-अलग दिशाओं में मंद गति से चलने लगे (Drifting) (चित्र 4)। लगभग दो सौ लाख वर्ष तक **ड्रिफ्ट** होने के बाद, अर्थात् लगभग अट्ठारह सौ लाख साल पहले इन महाद्वीपों का उत्तरी भाग—**लॉरेशिया**, दक्षिणी भाग **गोंडवाना** से खंडित हो गया। बाद में गोंडवाना उपमहाद्वीप ने भी खंडित होना आरंभ कर दिया। इस समस्त क्रिया के फलस्वरूप "Y" आकार के रिफ्ट द्वारा भारत अलग हो गया और अफ्रीका एवं दक्षिणी अमरीका, अंटार्कटिका व ऑस्ट्रेलिया से अलग हो गये। करीब 650 लाख वर्ष तक ड्रिफ्ट होने के बाद (1350 लाख वर्ष पूर्व) **जुरैसिक काल** (Jurassic Era) में, महाद्वीपों के काफी फैल जाने के फलस्वरूप उत्तरी अटलांटिक एवं हिंद महासागर का जन्म हुआ। इसी तरह लगभग 1350 लाख वर्ष तक खिसकने के बाद यानी 650 लाख वर्ष पहले **क्रिटेशियस** (Cretaceous) के अंत तक दक्षिण अटलांटिक महासागर एक बडे महासागर के रूप में उभरने लगा। समुद्र तल के फैलने से भूमि में दबाव और टकराव के कारण हिमालय जैसी पर्वत शृंखलाओं का जन्म हुआ जो तल के फैलने के साथ अभी भी ऊपर उठ रही हैं।

ऊपर से शांत दिखने वाले इस नीले विशाल महासागर का सारा पानी निकालकर देखें (चित्र 5) तो समुद्र तल पर पृथ्वी की ही तरह, हिमालय पर्वत से भी बेहद ऊँचे शिखरों वाली हजारों पर्वत शृंखलाएं दिखाई देंगी। इतनी गहरी खाइयाँ कि एवरेस्ट जैसा पर्वत शिखर भी डूब जाय तो उसका पता न लगे। सहारा रेगिस्तान से दस गुने आकार के **लाल मिट्टी** (Red Clay) के समतल मैदान, कहीं पर दहकते दावानल से ज्वालामुखी तो कहीं हरे-भरे **सूक्ष्म पादपों** (Phytoplankton) के जंगल। **एक कोशीय** (Unicellular) प्राणियों से लेकर **उभयधर्मी** एवं **स्तनधारी** (Mammals) प्राणियों के विकास का इतिहास संजोये हैं ये महासागर।

चित्र 5 : शांत समुद्र के गर्भ में समाई हजारों पर्वत शृंखलाएँ, खाइयाँ और समतल मैदान। **(फोटो** · *हीजन और थार्प)*

संसार का सबसे गहरा स्थल हो या सबसे ऊँचा—उसका स्थान भी समुद्र में ही है। ब्रिटिश ज़हाज़ **एच.एम.एस.कुक** ने 6 नवम्बर 1962 को सबसे गहरी समझी जाने वाली प्रशांत महासागर की मैरियाना खाई (लगभग 11,000 मीटर गहरी) से भी 457 मीटर और गहरा स्थान (11516 मीटर गहरा) फिलीपीन्स खाई में खोज निकाला। इसी तरह संसार की सबसे बड़ी पर्वत शृंखला, **मिड अटलांटिक रिज** (Mid Atlantic Ridge) का एक भाग है। यह भूकम्पों एवं ज्वालामुखियों का केन्द्र भी रही है। समुद्र के भीतर ऐसी न जाने कितनी ही आश्चर्यजनक संरचनाएँ हैं। कुछ ऐसे पर्वत शिखर **गायोट्स** (Guyots) हैं जिन्हें समुद्री धाराओं ने काटकर फुटबाल के मैदान जैसा

समतल बना दिया है। भारत में मद्रास के ट्रिन्कोमलैइ से 20 मील दक्षिण में जहाँ पर श्रीलंका, बंगाल की खाड़ी से मिलता है, 18 मील से भी कम दूरी पर समुद्र तल 55 मीटर से एकदम 3657 मीटर गहरा हो उठता है। संभवतः यह स्थान संसार का सबसे ढलाव वाला स्लोप (Steepest Slope) है। महासागर के पानी की ऊपरी सतह चाहे बहुत गर्म हो या बर्फ जैसी ठंडी, तल के पास पानी का तापमान हर जगह हमेशा 37.4° फारेनहाइट ही रहता है। जबकि पानी का दबाव प्रत्येक 10 मीटर पर 1° एटमॉसफियर बढ़ जाता है और बढ़ते हुए 4000–6000 मीटर तक बहुत अधिक हो जाता है।

पानी का खारापन या लवणता {100 ग्राम पानी में घुले नमक (लवणों) की मात्रा की सूचक है} नदियों के मुहाने पर सामान्यतः बहुत कम होती है और लाल सागर में अधिकतम (40%)। अटलांटिक महासागर की लवणता (34.92%), प्रशान्त महासागर (34.62%), या हिन्द महासागर (34.76%) की तुलना में सबसे अधिक है जो वाष्पीकरण एवं अवक्षेपण के अन्तर पर निर्भर करती है।

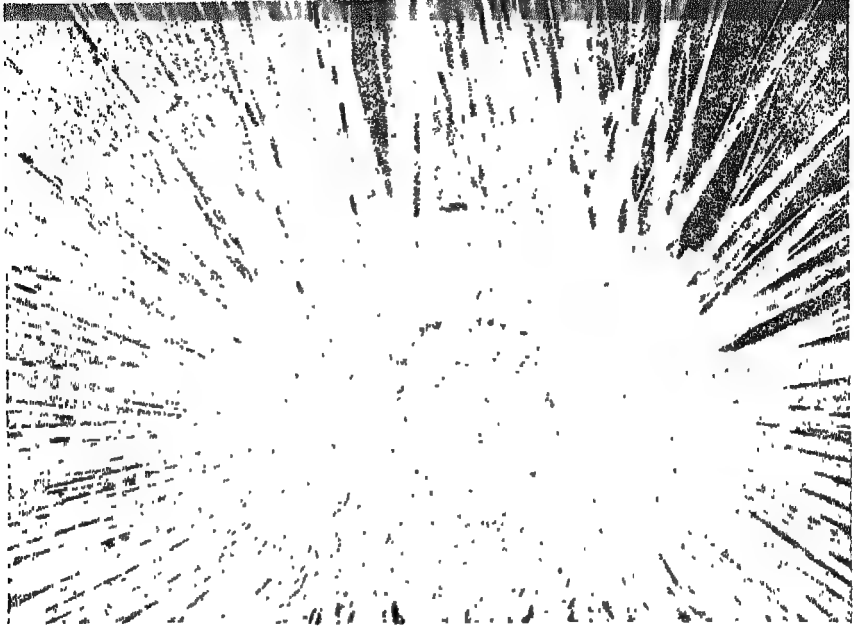
समुद्री जीवन : सब वैज्ञानिक अब इस बात पर सहमत हैं कि जीवन की शृष्टि अमीनों एसिड (जो जीवन के आधार–प्रोटीन की मूल इकाई है) की आपसी अभिक्रियाओं द्वारा समुद्र में हुई। यह समुद्र के कम गहरे स्थानों से होती हुई थल तक आ पहुँची। इस बात की विस्तृत विवेचना डार्विन नामक वैज्ञानिक ने 1859 में सुझायी थी।

समुद्र का जीवन पृथ्वी से अधिक रोमांचकारी, विविध और विस्तृत है। यहाँ पर अतिसूक्ष्म पादपों (Picoplankton) से लेकर हाथी से कई गुनी बड़ी ह्वेल रहती हैं। थल पर पाये जाने वाले सभी जीवों के विषय में लगभग सभी बातें ज्ञात हो चुकी हैं, परन्तु समुद्र में हमेशा नई-नई जातियाँ निकलती रहती हैं। एक ही स्थान पर रहने वाले जानवरों का स्वभाव कितना भिन्न हो जाता है। उदाहरण के लिए शार्क मछली की कुछ प्रजातियों को छोड़कर बाकी को

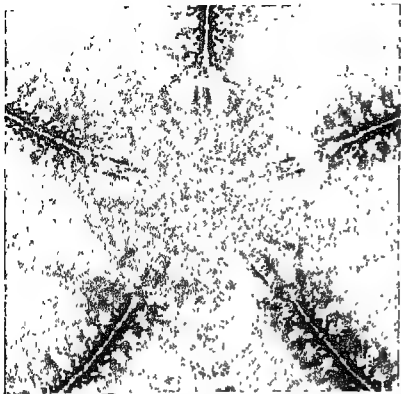
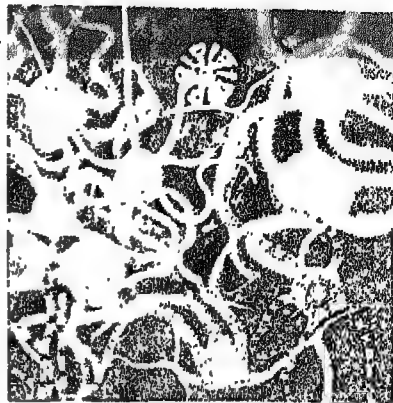
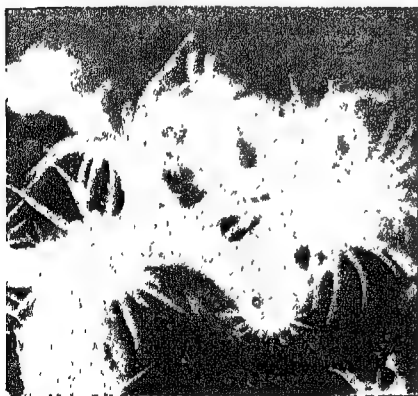
भूख लगे तो जबडों के बीच मछली या मनुष्य किसी का कंकाल भी न बचे। वहीं दूसरी और डालफिन (ह्वेल की प्रजाति) के डूबे नाविकों को रास्ता दिखाने के किस्से, मनुष्यों से मित्रता भी सच ही है।

तट के समीप कम गहरे क्षेत्रों में जहाँ तक सूर्य का प्रकाश पहुँचता है, जीवन सबसे सघन होता है। यहाँ पर अनगिनत पादप प्लवक (चित्र 6), रेडियोलेरिया, फोरामिनीफेरा, कॉपीपोड, विशाल जैलीफिश मछलियॉ आदि मिलती हैं (चित्र 7 क,ख,ग,घ,ड़)। सागर की मध्यवर्ती सतहों में क्रमशः मद्धिम होते प्रकाश में ऑक्टोपस, स्क्विड, एन्गलरफिश जैसी बडी जातियॉ भी दिखाई देती हैं। तलीय गहराइयों के अंधकार तक जाते-जाते जीव जन्तुओं की दुनिया काफी बदल जाती है। यहाँ पर केवल ग्लास स्पांज, समुद्री लिली (क्रिन्वायड), लैम्प शेल, सी क्युकुम्बर (होलोथूरियन्स) (चित्र 8) जैसी जातियॉ किन्हीं चट्टानों पर चिपकी या बिल बनाकर रहती हुई मिलती हैं।

कई जन्तु जैसे आस्ट्रोकॉड और कुछ मछलियॉ भी जुगनू जैसी चमक रखती हैं (Bioluminescence)। इसका एक मनोरंजक वर्णन द्वितीय विश्वयुद्ध

चित्र 6 : जैवीय भूमंडल : कृत्रिम उपग्रह द्वारा नुवम्बर 1978 से जून 1981 के बीच बनाया गया सयुक्त चित्र, पानी के विभिन्न रग उसमे उपस्थित अनगिनत सूक्ष्म पादप प्लवक मे क्लोरोफिल की उपस्थिति दर्शाते हैं। (फोटो : *नासा*)

चित्र 7 : रगीन समुद्री जीवन की एक झलक (क) भव्य सीअरचिन (एस्ट्रोपाइगा मैग्नीफीसा)

के समय मिलता है। जापानी लोग **साइप्रिन्डिना** (Cyprindina) नामक जन्तु को पकड़कर सुखाकर उसका पावडर बनाकर अपने साथ ले जाते थे। रात के समय इसमें थोडा पानी डालने पर इसमें मद्धिम प्रकाश हो उठता, जिससे वे संदेश-पत्र, मानचित्र आदि पढा करते थे।

समुद्र का पानी नीला क्यों? : तटीय क्षेत्रों में सूक्ष्म पौधों के कारण पानी हल्का हरा और गहरे समुद्र मे गहरा नीला दिखाई देता है। इसी तरह नदियों के मिलने के स्थान पर मिट्टी के कारण पानी गंदला, सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय लाल व घने काले बादलो तले अपने वास्तविक रंग से थोड़ा गहरा दिखाई देता है। पौधे, मिट्टी, मौसम आदि कारक पानी पर पडने वाले प्रकाश और अंततः इसके रग को प्रभावित करते हैं। सुदूर खुले समुद्र का गाढा नीला पानी हाथ में लेने पर रंगहीन साधारण पानी जैसा ही क्यों दिखाई देता

चित्र 7 : (ख) ब्रिटिल स्टार *(औफियोथिक्स सुयेनसोनायी)*

चित्र 7 : (ग) ब्रिटिल स्टार *(औफियोथिक्स ओफियोडर्मा व अन्य जन्तु)*

चित्र 7 : (घ) चट्टानो पर चिपके वर्म

चित्र 7 : (ङ) ट्यूब बिल्डिंग फैन वर्म *(सबेला मेलेनोस्टिग्मा)*

है ? वर्षो तक यहं प्रश्न लोगों के मन में कौतूहल पैदा करता रहा। लोग विश्वास करने लगे थे कि आकाश की परछाई समुद्र में पड़ने के कारण ऐसा होता है। इसी समय नोबेल पुरस्कार विजेता महान् भारतीय वैज्ञानिक श्री सी. वी. रमण ने बताया कि पानी के अणुओं (Molecule) द्वारा प्रकाश की स्कैटरिंग (Scattering of Light) के कारण ऐसा होता है।

महासागर और मनुष्य :

महासागरों का मनुष्य जीवन पर सदियों से व्यापक प्रभाव रहा है। पुरातत्व की खुदाई में प्राप्त **पैलियोलिथिक आदि मानव** द्वारा लगभग 10 लाख वर्ष पूर्व प्रयोग की गयी मछलियों की हड्डियों के अंश एवं नार्वे की चट्टानों पर खुदी **नियोलिथिक आदि मानव** द्वारा प्रयुक्त नावें, मछली पकड़ने के हुक व जाल, पाषाण युग से ही समुद्र से मनुष्य के रिश्ते की कथा कहते हैं।

संभवतः मछली पकड़ने से ही प्रारंभ हुआ यह रिश्ता। फिर चल निकला यातायात का सिलसिला–लकड़ी के तख्तों पर सवार होकर समुद्री प्रवाह के

समुद्री जीवन बहुत ही विचित्र और रहस्यमय होता है। शार्क के बारे मे यह विख्यात है कि उसके जबडों के बीच आ जाने पर कंकाल तक नहीं बचता। वहीं दूसरी ओर डालफिन (व्हेल की एक प्रजाति) के स्नेहमय स्वभाव का वर्णन सदियों से लोग करते रहे हैं। ग्रीक दार्शनिक अरस्तू के अनुसार "डालफिन अपने दयालु और सरल स्वभाव के कारण बच्चों की स्नेह-पात्र होती है। रोम के इतिहासकार लिनी (Pliny) ने ल्यूक्रीन झील में लाई गई एक डालफिन का वर्णन किया है। कहते हैं कि यह डालफिन एक गरीब लडके की गहरी दोस्त बन गई थी। जब भी लड़का डालफिन को आवाज़ देता, वह किनारे पर आ जाती। कभी-कभी वह लड़के को पीठ पर बैठाकर झील के दूसरे किनारे पर उसके स्कूल तक पहुँचा देती और वापस ले आती। एक दिन लड़का बीमार पडा और मर गया। डालफिन रोज लड़के की पुकार का इंतजार करते-करते एक दिन खुद भी मर गई। महासागरों में भटके हुए नाविकों को डालफिन द्वारा रास्ता दिखाने के कई संदर्भ पुराने वर्णनों में मिलते है।

ग्रीक कवि आप्पियन (Oppian) ने लिखा है कि डालफिन का शिकार अधर्म है। जो इस मछली का शिकार कर सकता है वह अपने बच्चो, पिता, भाइयों को भी नहीं छोड़ेगा। मैलागासी गणतंत्र में अभी भी लोग डालफिन को पूज्य मानकर उसकी रक्षा करते हैं।

चित्र 8 : सी क्युकुकुम्बर *(होलोथूरियन्स)* की प्रजाति– होलोथूरिया ट्राईकलर

साथ बहते हुए जाने का। लकड़ी के ये तख्ते कैसे जुड़कर बड़े बने, छोटी नावों, पाल की नावों, छोटे ज़हाज़ से होते हुए अंततः बड़े विशालकाय ज़हाज़ तक, यह बेहद रोमांचकारी सफर की कहानी है।

मछली पकड़ने और यातायात के साथ-साथ शुरु हुआ सागर के अन्य पहलुओं को जानने का सिलसिला। आरंभ में समुद्र के खारेपन को लेकर यूनान और रोम के दार्शनिकों द्वारा। फिर पहली शताब्दी के आसपास कभी धाराओं, कभी लहरों एवं समुद्री जन्तुओं का अध यन आरम्भ हुआ। इस अध्ययन में मनुष्य जितना गहरे उतरता गया सागर के उतने ही रहस्य एक के बाद एक खुलकर उसके सामने आते गए। हमारे पूर्वजों के पास इस ज्ञान को संकलित करने के उचित साधन न होने के कारण समय की धारा में यह ज्ञान एक तरह से विलुप्त हो गया।

फिर समुद्री सर्वेक्षण का स्वर्णिम युग पंद्रहवीं शताब्दी के आसपास शुरू हुआ। पुर्तगाली नाविक इन समुद्री यात्राओं में काफी आगे निकल गए थे। क्रिस्टोफर कोलम्बस द्वारा 1492 में नई दुनिया (अमरीका) की खोज से प्रभावित होकर वास्कोडिगामा, 1497 में, आशा अन्तरीप का चक्कर लगाता

हुआ 1498 में भारत के मालाबार तट पर पहुँचा। उसकी इस यात्रा ने भारत के साथ व्यापार संपर्क का एक नया रास्ता खोला। इसी प्रकार मैगलेन ने अगली शताब्दी में स्पेन से चलकर बहुत लम्बी समुद्री यात्राएं कीं। मैगलेन ने (कोलम्बस की भांति ही) व्यक्तिगत डायरी लिखनी शुरू की थी जिससे समुद्री धाराओं के विषय में प्रारंभिक जानकारी तथा महासागरों के तले के आपस में जुड़े होने जैसी अनेकों महत्त्वपूर्ण बातें पता चल सकीं। मैगलेन समुद्र की गहराई नापने का असफल प्रयास करता रहा। दुर्भाग्यवश सन् 1521 में फिलीपीन्स के आदिवासियों ने उसकी हत्या कर दी जिससे उसकी यात्रा पूरी न हो सकी। कैप्टेन जैम्स कुक की प्रशांत महासागर की यात्राओं (1768–1779) ने ज्वारभाटाओं (Tides), समुद्री धारांओं (Ocean Currents), के विषय में बहुत जानकारी एकत्र की। अमरीका में पोस्ट ऑफिस में काम करने वाले बेंजामिन फ्रैंकलिन ने चिट्ठियाँ जल्दी पहुँचाने का उपाय सोचते-सोचते गल्फ स्ट्रीम की खोज की। सारांश यह है कि शनैः शनैः किये गए प्रयासों से समुद्र के रहस्य लोगों के सामने खुलते गए।

किंवदंती है कि कैप्टेन एडवर्ड डेविस नामक एक समुद्री डाकू था। वह डाके तो डालता था परन्तु किसी को मारता नहीं था। एक दिन वह डाके डालते डालते उब गया। उसने राजा को घूस दी और राजा ने उसे माफ कर दिया। अब वह एक सभ्य आदमी की ज़िन्दगी जीने लगा। अपने साथ वह पर्याप्त सम्पत्ति ले आया था। डाके डाल-डाल कर वह सारा ख़ज़ाना हिंद महासागर में एक जगह इकट्ठा करता था। सभ्य आदमी बनने के बाद इस फेंकी सम्पत्ति को दुबारा वापस लाने की फिर उसे इच्छा ही नहीं हुई। अतः तब से अबतक यह खजाना वहीं पडा है। हज़ारों लोग उसे निकालने का असफल प्रयास कर चुके हैं। कहानी है कि मानचित्र पर श्रीलंका के कोलम्बो स्थान से आस्ट्रेलिया के फ्रीमैंनटेल स्थान पर रेखा खींचें (भूमध्य रेखा से लगभग 12° दक्षिण पर) तो इस "x" बिंदु पर यह विशाल ख़ज़ाना पडा मिलेगा।

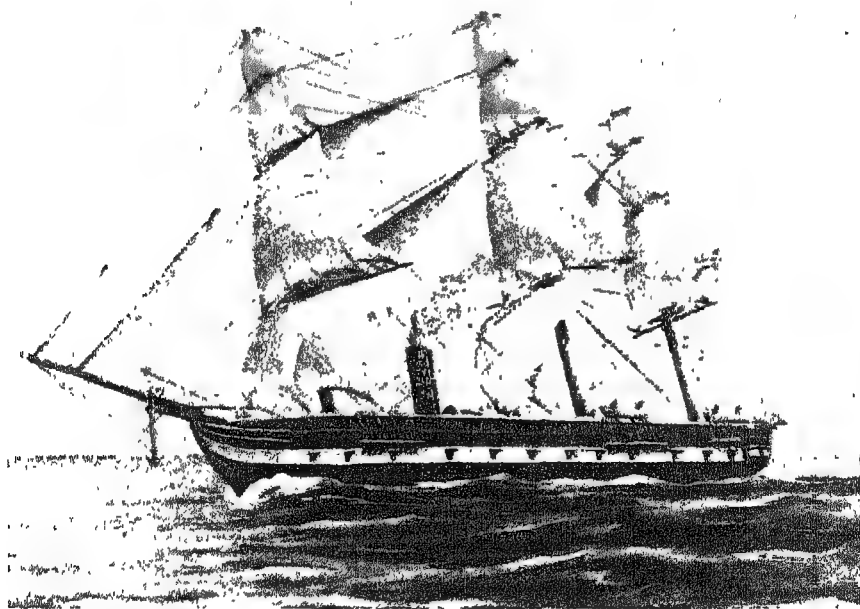
महासागरों के विज्ञान का वास्तविक आरम्भ 1830 से 1840 के बीच कहा जा सकता है। इस समय फ्रांस और अमरीका के कई ज़हाज़ों ने समुद्री यात्राएँ कीं परन्तु इन अभियानों के परिणामों का कभी सही उपयोग न हो सका।

इन अभियानों में 1868 में **लाइटनिंग** एवं 1869 मे **एच.एम.पार्क्यूपाइन** जलयानों का अभियान समुद्र विज्ञान के इतिहास में प्रारंभिक सफलता कही जा सकती है, जिनसे प्रभावित होकर सन् 1872 में ब्रिटिश नौसेना के 69 मीटर लम्बे जलयान **एच.एम.एस. चैलेन्जर** (चित्र 9) को गहरे समुद्री अध्ययन के लिये भेजना सुनिश्चित किया गया। अभियान की समाप्ति पर चैलेन्ज़र एक अद्भुत कार्गो (Cargo) लेकर वापस लौटा। सोना, मसाले, तम्बाकू, आयवरी की जगह पानी, तलीय मिट्टी व जैवीय नमूने (मछली, शैवाल आदि)

हर सभ्यता में पूर्वजो ने विरासत मे दूसरी पीढ़ी के लिये लोक-कथाओं, किंवदंतियों आदि के रूप में ज्ञान छोडा है। इन कहानियों में कितना सच है यह समय के साथ धीरे-धीरे सामने आता जाता है। 9000 वर्ष ईसा पूर्व पूरी तरह विकसित विशाल राज्य **अटलांटिस** का वर्णन प्लेटो द्वारा मिलता है जो एक किवदंती के अनुसार **हटासें** एक रात में ही गुम हो गया था। **अटलांटिस** पर पुरातत्व की खोज अभी भी जारी है।

ग्रीकों (यूनानियो) के मन में विश्वास था कि संसार गोल है जिसके ऊपर एक नदी बहती है जिसका रखवाला है– भगवान ओशेनस। इसी तरह यूनानियों का एक अन्य समुद्री देवता है (Poseidon), जो (उनके अनुसार) चट्टानो को तोडकर भूकम्प मचाता था और तूफान व भंवर लाता था। इस देवता की उपासना के लिये यूनानियो ने खतरनाक ऊँची-नीची चट्टानो पर मंदिर बनवाये जिनका स्थान बाद में लाइट हाउसों ने ले लिया।

इन कथाओ में बहुत कुछ सत्य है। समुद्री तूफानों, भूकम्पो, भवरो आदि का ज्ञान यूनानियों को था। परन्तु ऐसा क्यों होता है? यह पता नहीं था। जो पता नहीं, जो रहस्यमय है, जो सर्वशक्तिमान है उसे हर सभ्यता में ईश्वर मान लिया गया।

और धाराओं व तापमान से परिपूर्ण ग्रन्थ भरकर। चैलेन्जर द्वारा किये गए इस ऐतिहासिक अभियान (दिसम्बर 1872–मई 1876) ने लगभग 68890 समुद्री मील की यात्रा द्वारा 1400 लाख वर्ग मीटर के क्षेत्र में आंकडे एकत्र करके समुद्र विज्ञान अध्ययन की आधारशिला रखी।

चित्र 9 : ब्रिटिश नौसेना का एतिहासिक जलयान–एच.एम.एस. चैलेंजर जिसकी अभियान यात्रा (1873-1876) गहरे समुद्री अभियान की आधारशिला बनी।

लम्बी समुद्री यात्र के बाद कोलम्बस ने पाया कि पृथ्वी गोल है। उससे पहले तक लोगों का विश्वास था कि पृथ्वी चपटी है।

समुद्र तट पर खड़े होकर किसी ज़हाज को जाते हुए देखो तो लगता है कि वह दूर क्षितिज में पानी में डूबा जा रहा है, वास्तव में ऐसा नहीं होता। यह तो पृथ्वी के आकार के कारण लगता है।

इसी समय ब्रिटिश अंटार्कटिका अभियान अपनी पराकाष्ठा पर था जिसके सामने चैलेन्जर द्वारा एकत्रित आंकड़ों का विशेष महत्व लोगों को उस समय तो समझ नहीं आया, परन्तु, इन विस्तृत आंकड़ों को संग्रहित कर 50 रिपोर्टों में प्रकाशित किया गया जिसमें लगभग 20 वर्ष का समय लग गया। इन रिपार्टों से इस अभियान की अद्‌भुत सफलता का संकेत मिलता है। सन् 1891 में इस अभियान के वैज्ञानिकों मरे एवं रेनार्ड ने **डीप सी डेपॉजिट** नामक अन्तिम ग्रन्थ लिखा। इस समय तक अभियान में सम्मिलित .7 में से 3 वैज्ञानिक दुनियाँ ही छोड़ चुके थे। चैलेन्जर के अभियान के बाद समुद्र विज्ञान पर फिर से निष्क्रियता छा गई, परन्तु द्वितीय विश्वयुद्ध के बाद एक बार फिर महासागर के महत्व को अच्छी तरह समझा गया एवं कई अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों का गठन किया गया। इनमें **समुद्री शोध पर वैज्ञानिक समिति** (Scientific Committee on Ocean Research), 1931 में **अन्तर्राष्ट्रीय विज्ञान परिषद्** (International Council of Scientific Union) 1960 में **अन्तर्राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान आयोग** (International Oceanography Commission) एवं 1959–65 में **अन्तर्राष्ट्रीय हिंद महासागर अभियान** (International Indian Ocean Expedition) महत्त्वपूर्ण हैं।

समुद्र विज्ञान अनुसंधान संस्थान की स्थापना

चैलेन्जर द्वारा समुद्र विज्ञान संबंधी अनेकानेक आंकड़े एकत्र करने के बाद समुद्र विज्ञान संस्थान की आवश्यकता महसूस की जाने लगी। अमरीका में सैन डियेगो शहर के नागरिकों ने इस उद्‌देश्य के लिए चंदा एकत्रित करना शुरू कर दिया। मात्र तेरह सौ अमरीकी डालर के चंदे से **मैरीन बायोलॉजी एसोसिएशन** (Marine Biology Association) बनाया गया। यही एसोसिएशन आगे चलकर 1924 में **स्क्रिप्स इन्स्टीट्यूशन ऑफ ओशेनोग्राफी** के रूप में विकसित हुआ। अमरीका में ही बड़ी सरकारी योजनाओं एवं फन्डस से जोर-शोर से 1930 में दूसरा समुद्र विज्ञान संस्थान खोला गया।

जो अब **वुड्सहोल ओशेनोग्राफिक इन्स्टीट्यूशन** के नाम से विख्यात है। इस समय ये दोनों संस्थान विश्व के समुद्र विज्ञान शोध संस्थानों में सबसे महत्त्वपूर्ण स्थान रखते हैं।

भारत के **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान** की स्थापना का इतिहास, **अंतर्राष्ट्रीय हिंद महासागर अभियान** से जुडता है। इस अभियान के दौरान 28 देशों के 40 जलयानों द्वारा तबतक अंजान हिंद महासागर के रहस्यों को खोलने का सम्मिलित प्रयास किया गया था। इस अभियान में भारत की ओर से शामिल शोधकर्ताओं को लेकर **वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्** (Council of Scientific and Industrial Research) के संरक्षण में **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान** (National Institute of Oceanography) की स्थापना की गई। ये शोधकर्ता उस समय के विभिन्न विश्वविद्यालयों एवं शोध संस्थानों से चुने गए थे। इस संस्थान का कार्यालय लगभग दो वर्ष तक दिल्ली में रहा फिर 1969 में इसे स्थाई तौर पर गोवा स्थानान्तरित कर दिया गया। इस समय एक ओर मांडोवी और दूसरी ओर ज़ुआरी नदियों के बीच घिरा और सामने अरब सागर की ओर देखता हुआ देश का एकमात्र यह संस्थान समुद्र विज्ञान अध्ययन में लगा हुआ है।

1981 में भारतीय समुद्र विज्ञान अध्ययन में तेजी लाने के लिये तत्कालीन प्रधानमंत्री श्रीमती इंदिरा गांधी द्वारा दिल्ली में **महासागर विकास विभाग** (Department of Ocean Development) की स्थापना की गई। यह विभाग सागर अनुसंधान के विभिन्न पहलुओं को आर्थिक सहयोग देता रहा है। **बहुधात्विक पिंड योजना** के कार्यान्वयन एवं अनुदान में भी इस विभाग का महत्त्वपूर्ण योगदान रहा है।

3

क्यों कर उपयोगी हैं बहुधात्विक पिंड

हमने पढ़ा कि दिनों-दिन बढ़ती जनसंख्या के लिये पेयजल, भोजन एवं खनिजों की अतिरिक्त मांग की पूर्ति का अन्तिम विकल्प हैं हमारे महासागर! यद्यपि पृथ्वी पर पाया जाने वाला हर खनिज पदार्थ समुद्र में मिलता है परन्तु केवल बहुतायत से प्राप्त होने वाले पदार्थों को निकालना ही आर्थिक रूप से महत्त्वपूर्ण हो सकता है। उदाहरण के लिए समुद्र से तेल खनन करने की मशीनें बहुत महँगी होती हैं परन्तु तेल की मात्रा इतनी अधिक है कि बाज़ार में तेल बेचने पर मशीन की कीमत निकालने के बाद भी लाभ ही रहता है। दूसरी ओर, यदि समुद्र से सोना निकालने की बात सोची जाए तो केवल नुकसान ही होगा क्योंकि सोने का प्रतिशत बहुत ही कम है। एक बार 1927 में जर्मनी के लोगों ने सोचा कि युद्ध के कारण उन पर जो कर्ज चढा है उसे समुद्र से सोना निकालकर उतारा जा सकता है। उन्होंने **मीटियॉर** नामक ज़हाज़ को अटलांटिक महासागर से सोना निकालने के लिए भेज दिया। परिणाम—भारी असफलता ! तात्पर्य यह कि किसी भी खनिज को निकालने के लिए पहले विस्तृत वैज्ञानिक अध्ययन कर लेना आवश्यक होता है। मसलन खनिजों की उत्पत्ति, इनका समुद्र में विस्तार तथा आर्थिक दृष्टि से विवेचन आदि।

किसी भी राष्ट्र की सीमाओं (अनन्य आर्थिक क्षेत्र या Exclusive Economic Zone) और कानूनी परिधियों से दूर गहरे समुद्र की मुख्यतः ऊपरी सतह पर चटाई की तरह बिखरे बहुधात्विक पिंड इस दृष्टि से बहुत

महत्त्वपूर्ण हैं। इनमें तीस से भी अधिक संख्या में धातुओं की उपस्थिति के कारण ही इन्हें बहुधात्विक पिंडों की संज्ञा दी गई है। निकिल, कोबाल्ट, ताँबा, मैंगनीज़ और कहीं-कहीं पर मॉलिब्डेनम की आर्थिक दृष्टि से महत्त्वपूर्ण उपस्थिति इन्हें अति विशिष्ट खनिजों की श्रेणी में ला खडा करती हैं।

ये धातुएँ क्यों इतनी महत्त्वपूर्ण हैं? आइये देखें एक नज़र इन विशिष्ट 4 धातुओं के आर्थिक महत्व की ओर :

कोबाल्ट : यह एक बेहद कठोर एवं भंगुर धातु है, जिसका क्वथनांक (Boiling Point) 2870°C एवं गलनांक (Melting Point) 1445°C है। अर्थात् इसमें बहुत ज़्यादा गरमी सहन कर सकने की शक्ति है। इसकी यह ऊष्मा प्रतिरोधक शक्ति, मजबूती एवं उच्च चुम्बकीय गुण इसे एक अति विशिष्ट धातु की श्रेणी में ला खड़ा करते हैं। बहुत अधिक ताप सहन कर सकने की शक्ति के कारण इसका उपयोग मुख्यतः जेट विमानों, अस्त्र-शस्त्रों के निर्माण, वायुयान के पुर्जो, इलेक्ट्रानिक उद्योग तथा ड्रिलिंग मशीनों में भारी मात्रा में होता है। युद्ध में काम आने वाले यंत्रों में भी इसका उपयोग बहुतायत से होता है। इसी कारण कोबाल्ट को सामरिक खनिज (Strategic Mineral) की संज्ञा भी दी गई है।

निकिल : गिलट आदि धातुओं का सम्मिश्रण बनाने में निकिल का उपयोग बहुतायत से किया जाता है। स्टील उत्पादन में भी क्रोमियम के बाद निकिल का सबसे अधिक प्रयोग होता है। इसमें निकिल के कुल उत्पादन की 75% खपत हो जाती है। बिजली द्वारा कलई करने तथा सिक्के बनाने में भी इसका उपयोग महत्त्वपूर्ण है।

कॉपर : बहुत से गुणों वाली इस धातु यानी तांबे का प्रयोग विविध रूप में होता है। दैनिक जीवन में प्रयोग आने वाले बर्तनो, सिक्कों आदि में इसका प्रयोग बहुतायत से किया जाता है। कॉपर में उच्च ताप एवं वैद्युत चालकता, पीटकर पतली चादरों में ढल जाने की क्षमता, तन्यता तथा आसानी से प्रयोग किये जा सकने की विशिष्ट क्षमता होती है। इस कारण

इसका प्रयोग दूर-संचार, विद्युत उपकरणों, तारों, नलकारी, विमानों एवं यानों आदि में होता है।

मैंगनीज़ : इसके कुल उत्पादन की 50% खपत स्टील उद्योग में हो जाती है। इसके साथ-साथ मैंगनीज़ का प्रयोग बैटरी, रसायन तथा धातु सम्मिश्रण बनाने में भी किया जाता है।

तालिका 3.1

भूमि पर इन धातुओं के कुल अनुमानित भंडार और कुल उत्पादन

(क) भारत में भूमिगत अनुमानित भडार (1991) इकाई हज़ार टन में

कच्ची धातु/अयस्क		*प्रमाणित*	*संभावित*	*संभव*	*कुल*
मैगनीज़		18049	37788	98330	154167
ताबा–अयस्क		83093	171744	69552	324389
तांबा–धातु		798.72	1830.228	679.138	3308.086
निकिल	(0.2–0.9%)	—	—	231410	231410
	(0.8–1.2%)	—	—	240000	240000

(ख) भारत में भूमिगत कुल उत्पादन (1991) इकाई टन में

अयस्क/धातु	*1986*	*1987*	*1988*	*1989*	*1990*
मैगनीज	1284081	1302509	1355080	1334241	5293405
तांबा अयस्क*	4461862	5136279	5056263	—	5293405
निकिल**	—	—	—	—	—
कोबाल्ट	—	—	—	—	—

(स्रोत भारतीय खान ब्यूरो, नागपुर)

** तांबा 1.1 से 1.2% ग्रेड*

*** घाटशिला खदानों से तांबा निकालते समय उप उत्पाद के रूप मे 1987 मे लगभग 154 टन और 1988 में लगभग 227 टन निकिल धातु प्राप्त की गई।*

पृथ्वी पर निकिल, कोबाल्ट व तांबे के घटते श्रोतों (Resources) एवं बढ़ती मांग ने मानव को पानी की अथाह गहराइयों को भेदकर धात्विक पिंडों से इन धातुओं की प्राप्ति की ओर अग्रसर किया है। अपने देश भारत में ही कुल मांग का 100% कोबाल्ट और निकिल तथा तांबे की मांग का 65% आयात किंया जा रहा है क्योंकि हमारे पास इनके बहुत ही कम भंडार हैं (तालिका 3.1)। सन् 1988–89 में भारत ने 160005 टन तांबा, 10650 टन निकिल तथा 251 टन कोबाल्ट आयात किया था। पिछले दो दशक में इन धातुओं के उपयोग की दर लगभग 20% तक बढ़ी है। भविष्य में इन खनिजों की बढती मांग की पूर्ति के लिये अब अगर हम मध्य हिंद महासागर में अपने छोटे से खनन-क्षेत्र में प्रारंभिक संयंत्र लगा सकें तो 25 से 30 लाख मीट्रिक टन बहुधात्विक पिंडों से लगभग 3800 टन कोबाल्ट, 38700 टन निकिल एवं 33000 टन तांबा प्राप्त किया जा सकता है (तालिका 3.2)। जहाँ तक मैंगनीज़ का प्रश्न है, इस समय हमारे देश में भूमि पर इसके पर्याप्त भंडार हैं और हम इसका निर्यात भी करते रहे हैं। मैंगनीज़ के उपयोग की

तालिका 3.2

मध्य हिंद महासागर के पायनियर एरिया/आवेदन क्षेत्र में बहुधात्विक पिंडों का औसतभार, धातुमात्रा एवं कुल टनेज

	कुल आवेदन क्षेत्र	*क्षेत्र (अ)*	*क्षेत्र (ब)*
क्षेत्रफल (वर्ग किलोमीटर)	3,00,000	150,000	150,000
औसत पिंड (किलोग्राम)			
प्रति वर्ग मीटर	4.51	[illegible]	4.45
कुल धातु पिंड (10^6 टन)	1335	[illegible]	658.5
कुल निकिल कोबाल्ट एवं तांबा (10^6 टन)	21.84	10.88	10.96

दर भी विकसित एवं उद्योगशील देशों की तुलना में अपेक्षाकृत बहुत कम है। फिर भी मैंगनीज की खपत बढ़ रही है और उत्पादन कम होता जा रहा है, जिसके कारण वर्तमान भंडार समाप्त होने में बहुत ज़्यादा समय नहीं लगेगा। ऐसी स्थिति में धात्विक पिंडों से निकिल, कोबाल्ट एवं तांबे के साथ मैंगनीज भी निकाला जा सकता है।

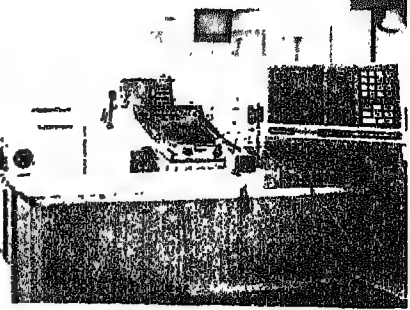
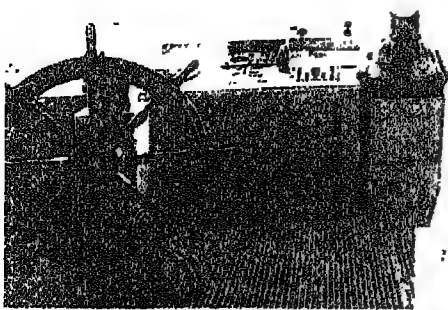
औसत 4500 मीटर गहराई से खनन आर्थिक दृष्टि से लाभदायक हो सकेगा, या नहीं, इस प्रश्न पर लगभग तीन दशकों से शोधार्थी अलग-अलग दृष्टिकोण से अध्ययन कर रहे हैं। कुछ का विचार है कि इन धातुओं का आयात, खनन की अपेक्षा अधिक उपयुक्त होगा। वास्तव में, धातुओं का आयात उस समय की आवश्यकता की तुरंत पूर्ति तो कर सकता है परन्तु अंतराल में उद्योग का विकास किसी भी राष्ट्र के लिए सबसे अधिक लाभदायक रहता है। इससे आयात के लिये जरूरी विदेशी मुद्रा की बचत तो होती ही है साथ ही औद्योगिक विकास एवं विशेषज्ञों की उपलब्धता (Trained Manpower) भी बनी रहती है, जिनका उपयोग अन्य उद्योगों में किया जा सकता है।

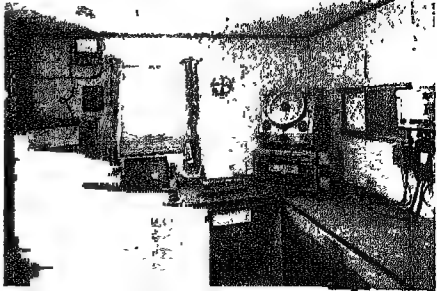
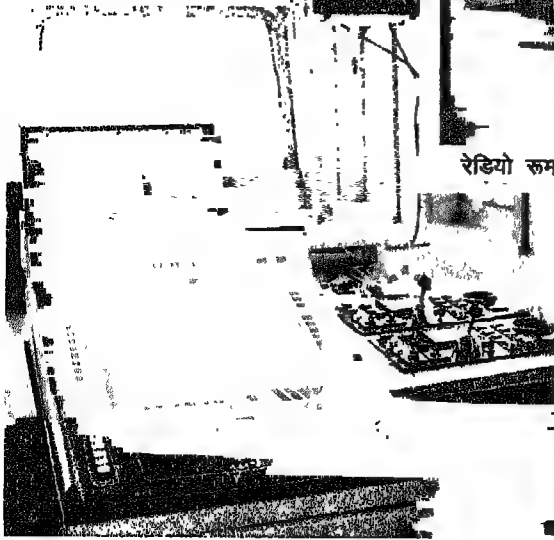
आर्थिक विवेचना संबंधी कुछ परीक्षणो के अनुसार आरम्भ मे यह उद्योग व इसमें लगाई गई पूंजी महंगी पड सकती है परन्तु कुछ वर्षो बाद समुद्र खनन, भूमि खनन की अपेक्षा सस्ता हो जाएगा क्योंकि खनिज पदार्थ का प्रतिशत और विस्तार समुद्र में कहीं अधिक है।

4

अनुसंधान जलयान एवं सागरीय सर्वेक्षण हेतु प्रयुक्त उपकरण

समुद्र विज्ञान अध्ययन की प्रक्रिया भूमि पर किये जाने वाले अध्ययन से काफी अलग होती है। सामान्यतः इसमें अत्याधुनिक इलेक्ट्रानिक व यान्त्रिकीय उपकरणों का प्रयोग किया जाता है। समुद्र विज्ञान में प्रयोग किये जाने वाले साधनों में अनुसंधान जलयान (चित्र 3) सबसे महत्त्वपूर्ण होता है। इन जलयानों के सही चयन पर अभियान की सफलता काफी हद तक निर्भर कर सकती है। उदाहरण के लिए समुद्र तल से नमूने एकत्र करते समय बहुत बडे और भारी जलयानों की अपेक्षा छोटे जहाज़ अधिक़ अनुकूल होते हैं क्योंकि इनकी गति को आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है।

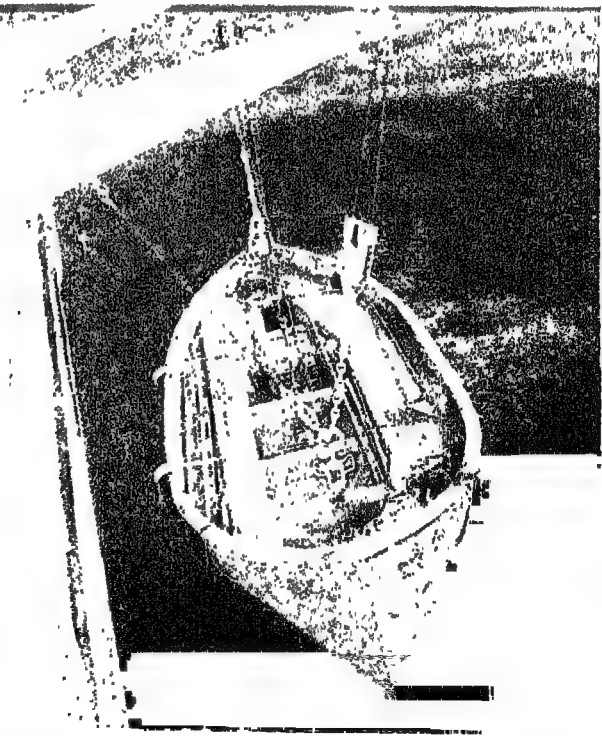
अनुसंधान जलयान : यह पानी पर तैरती वातानुकूलित बहुमंज़िला इमारत के समान होता है। जहाज़ के विभिन्न तले (Deck) इमारत की विभिन्न मंज़िलों जैसे होते हैं। निचली मंज़िल या डेक अधिकांशतः पानी के स्तर के नीचे होती है। जहाज़ का संचालन करने वाले बड़े इन्जन, विद्युत जेनरेटर व ईंधन आदि इसी डेक पर रहते हैं। बीच की मंज़िलों पर वैज्ञानिकों, नाविकों, इन्जीनियरों व कर्मचारियों के रहने के लिए छोटे-छोटे वातानुकूलित कमरे (Cabin), राशन आदि के संग्रह हेतु बड़े, ठंडे गोदाम तथा प्रयोगशालाएँ आदि होती हैं। जलयान के सबसे ऊपरी डेक पर सबसे महत्त्वपूर्ण कक्ष यानी नौसंचालन नियंत्रण कक्ष (Bridge) (चित्र 10) होता है

नौवहन कक्ष : व्हील हाउस

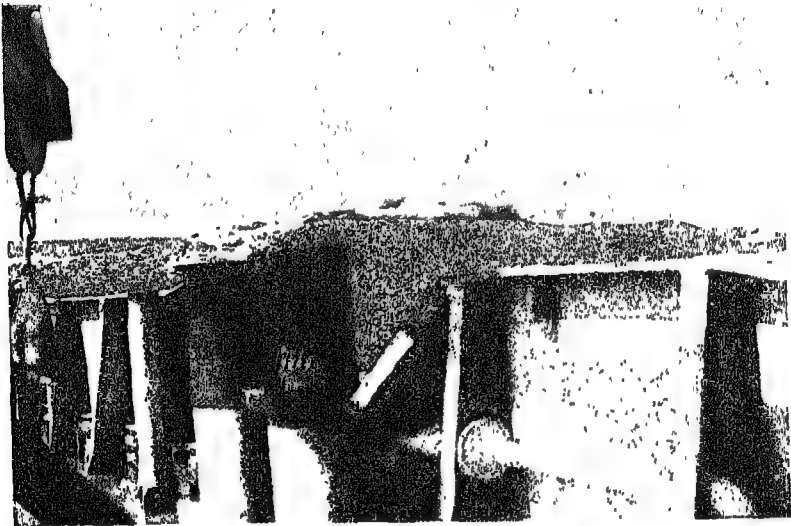
जलयान की गति व स्थिति दर्शाता टेलीविजन

रेडियो रूम : रा.स.वि.सं. से नियमित संपर्क

एडीपी 100 डायनैमिक स्थिति निर्धारण

नौवहन कक्ष

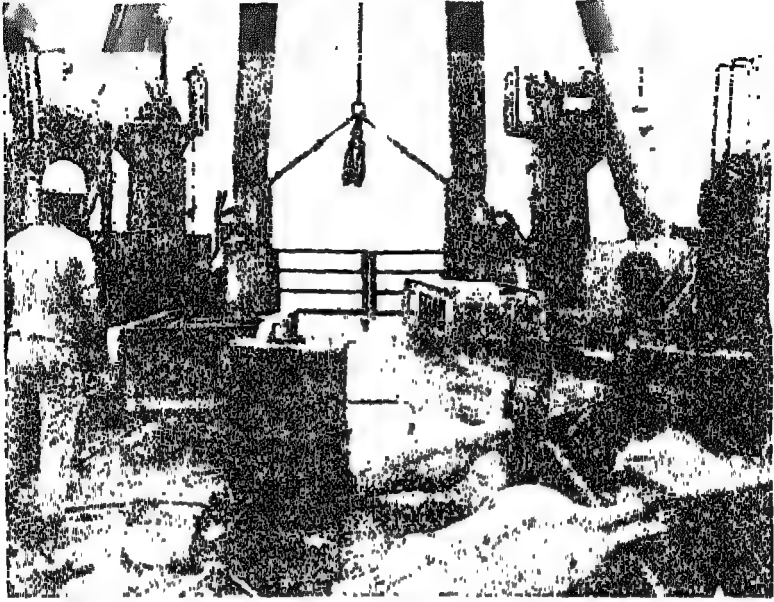
चित्र 10 : स्कैंडी सर्वेयर नौवहन नियंत्रण कक्ष।

जहां से संचालन, समुद्र-संचार व यान की हर गतिविधि का नियंत्रण होता है।

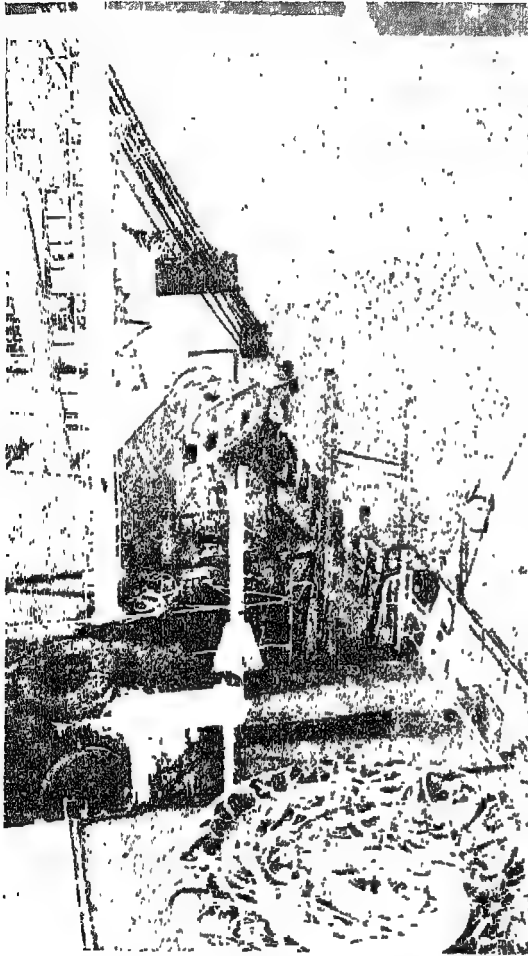
इस तैरते मकान (यानी जलयान) में समुद्री क्रियाओं के अध्ययन के लिए वैज्ञानिकों, इंजन व कलपुर्जो के नियंत्रण व मरम्मत हेतु इंजीनियरों एवं नौसंचालन हेतु नाविकों, सभी को चौबीसों घंटे कार्यरत रहना पड़ता है। सबके लिए खाना पकाने, कपड़े धोने और सफाई करने वाले रसोइयों, धोबी व सफाई कर्मचारियों का काम भी कम महत्त्वपूर्ण नहीं होता। भूमि से दूर, इन सबके स्वास्थ्य का ध्यान रखने के लिए सभी जलयानों में अस्पताल की छोटी-छोटी सुविधाएँ व किसी-किसी जलयान में डाक्टर तक होते हैं। इस तैरती दुनियॉ (यानी जलयान) के कप्तान पर हर व्यक्ति की देखभाल की

चित्र 11 : अगर कोई दुर्घटना हो जाए तो ... .. नाव को समुद्र मे उतारने का सुरक्षा अभ्यास।

जिम्मेदारी होती है (चित्र 11)। इसके साथ-साथ ही उसे जलयान की सूक्ष्म देख-रेख व मौसम की प्रतिकूलता से बचाव करना पड़ता है (चित्र 12)। जो जहाज सामान का परिवहन करते हैं (Cargo Ships) वे बहुत बडे होते हैं तथा उनमें स्वीमिंग पूल तक होता है। परन्तु अनुसंधान जलयान (Research Ship) अपेक्षाकृत छोटा पर अत्याधुनिक यंत्रों से सुसज्जित होता है।

चित्र 12 : नंद-रचित से टकराती लहर।

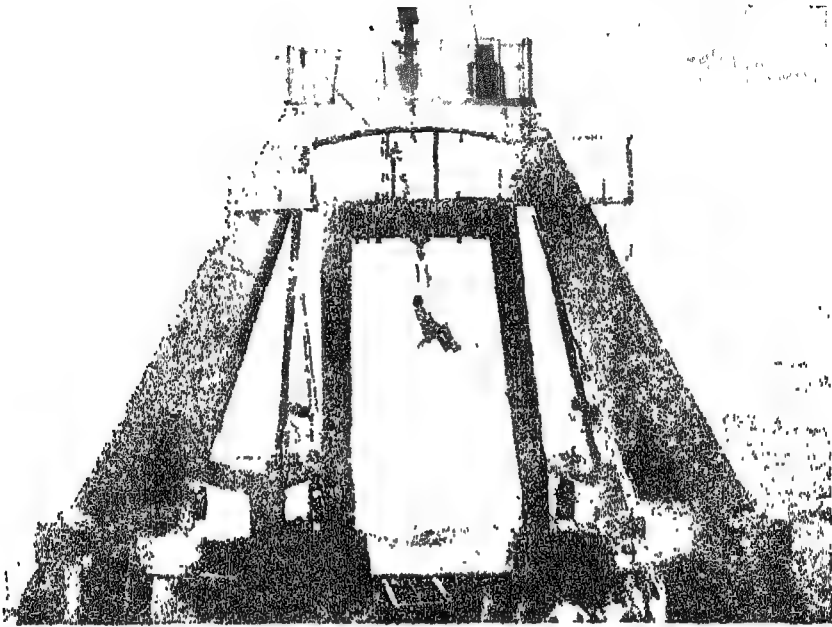
अनुसंधान जलयानों में इनकी संरचना (Structure) के अनुसार प्रयोगशालाओं एवं कार्यशालाओं का स्थाने अलग-अलग रहता है। सर्वेक्षण हेतु प्रयोग किये जाने वाले छोटे जलयानों में भी कम से कम दो प्रयोगशालाएँ आवश्यक होती हैं। छोटी-मोटी मरम्मत के लिए ड्रिलिंग व वैल्डिंग आदि मशीनों से युक्त कार्यशाला, फोटोकॉपी तथा फोटोग्राफी आदि सुविधाएँ सामान्यतः इन जलयानों में होती हैं।

इन सबके अतिरिक्त समुद्र से नमूने (Samples) एकत्र करने वाले यंत्रों का संचालन जलयान के मुख्य डेक से होता है। इस डेक पर यंत्र-संचालन

चित्र 13 : मुख्य डेक पर एक झलक : जी.ए.रे. के दाँए कोने मे रखे नारंगी रग के बूमैरैंग ग्रैब।

निर्विघ्न करने के लिए कम से कम (लगभग) 250 वर्ग मीटर खुली जगह की आवश्यकता होती है (चित्र 13)। इस जगह में विशालकाय उत्तोलक घिर्री (Winch) (जिससे 10 हज़ार मीटर लम्बा व 18 मिलीमीटर व्यास का तार समुद्र में छोड़ा व लपेटा जा सके) होती है। इसके अतिरिक्त, सामान उठाने वाली दो बड़ी क्रेनें, (चित्र 14) ड्रेज जैसे भारी यंत्रों को समुद्र से जहाज पर आसानी से लाने तथा ले जाने के लिए बड़ा 'ए फ्रेम' (चित्र 15) तथा 'जिब्बूम' आदि यंत्र व्यवस्थाएँ होती हैं। 'जिब्बूम' का उपयोग 10 टन से अधिक भार वाले यंत्र या सामान को जहाज़ से 3 मीटर से अधिक दूरी पर समुद्र में नीचे डालने के लिए किया जाता है।

मुख्य डेक की यह खुली जगह इस तैरते मकान के विशाल आंगन के समान है जिसे काम के साथ-साथ लोग टहलने तथा कभी-कभी खेलों का

चित्र 14 : नारंगी रंग की क्रेन नदरचित जलयान पर।

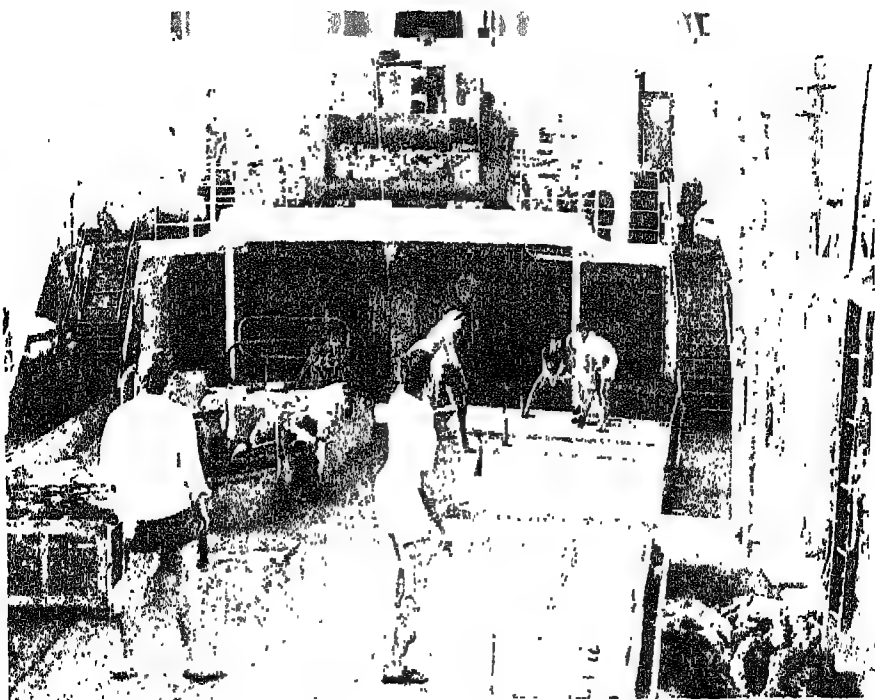
मैदान (चित्र 16) बना लेते हैं। इसके अलावा जलयान के अन्य तलों में खाने का बड़ा कमरा (Mess Room), रसोईघर (चित्र 17), छोटा पुस्तकालय, मनोरंजन के लिए वीडियो, स्टीरियो, रिक्रियेशन रूम और जिम्नैज़ियम रूम आदि सुविधाएँ होती हैं।

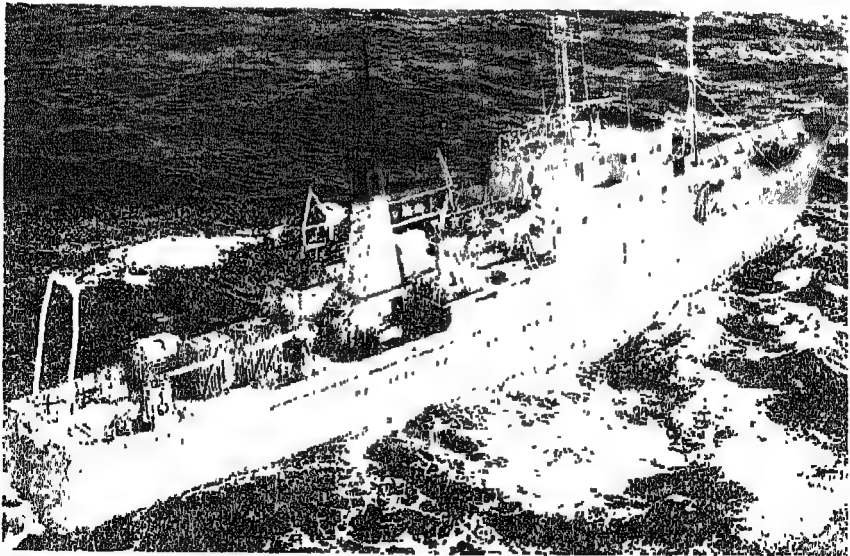
सुदूर क्षेत्र में इस तैरती जहाज़ी प्रयोगशाला का रेडियो (चित्र 10), टेलीफोन और टेलेक्स द्वारा भूमि पर स्थित प्रयोगशाला से नियमित संपर्क रहता है। उपग्रह की सहायता से स्थिति निर्धारण करने वाले अत्याधुनिक यंत्रों से इसकी दिशा एवं स्थिति पता चलती रहती है। सामान्यतः जलयान के हर महत्त्वपूर्ण क्षेत्र–प्रयोगशालाओं, इन्जन कक्ष व नौसंचालन नियंत्रण कक्ष जैसे स्थानों पर लगा कम्प्यूटर हर समय अक्षांश देशान्तर रेखाओं के मध्य जलयान की स्थिति व गति दर्शाता रहता है।

चित्र 15 : ड्रेज जैसे बडे व भारी उपकरणो को समुद्र मे, लाने, ले जाने हेतु फरनैला का विशाल ए-फ्रेम।

ज़हाज़ पर खुले समुद्र (High Seas) में काम करना रोमांचकारी होने के साथ-साथ दुष्कर भी होता है। समुद्री लहरों के कारण चलते समय जहाज़ आगे-पीछे, दाएं-बाएं, और ऊपर-नीचे हिलता रहता है, जिसे यॉयिंग, रोलिग व पिचिग कहते हैं। जब लहरें बडी हो जाती हैं तब जहाज का हिलना डुलना बढ जाता है। परिणामस्वरूप अक्सर हमारा शरीर साथ नहीं देता। सर घूमने लगता है, भूख लगनी बन्द हो जाती है और लोग *'कै'* करने लगते हैं। इस बीमारी को *'सी-सिकनेस'* कहते है जिसका संबंध सीधे लहरों से है। समुद्र शात हुआ कि *'सी-सिकनेक'* गायब।

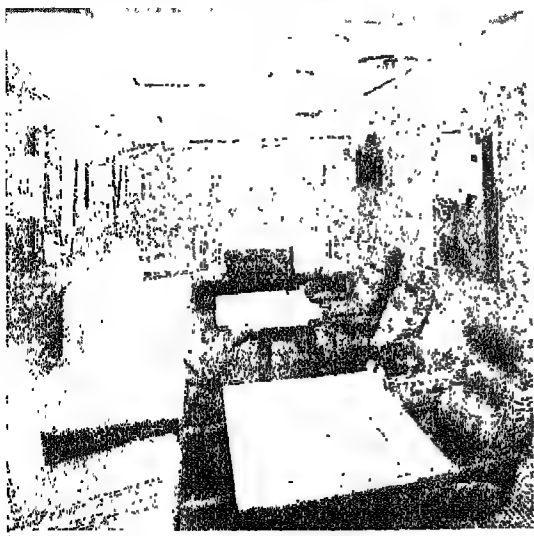
जहाज़ पर होने वाला हर काम जहाज़ की इन गतियों से प्रभावित होने लगता है। अतः सभी उपकरण, टी.वी., रेडियो, यहाँ तक कि मेज कर्सी को

भी नट और बोल्ट से फिक्स करके रखना पडता है। खाना खाते समय तक प्लेट को पकडे रहना पड सकता है क्योंकि कभी वह गड़-गड करके एक जगह से दूसरी जगह सरक जाती है। तट रेखा से दूर जाते हुए जहाज का सम्पर्क धीरे-धीरे रेडियो, टी.वी. तरंगो से भी टूट जाता है।

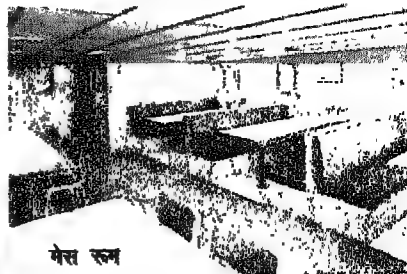
घर से खबर का कोई साधन नहीं, बातचीत के लिए लोग नहीं, फ्रीज़र में रक्खी सब्जियाँ खानी पड़े, और ऊपर से चौबीसों घंटे काम। इसी कारण कभी-कभी लोग असामान्य व्यवहार करने लगते हैं। खासकर नाविक जिन्हे हमेशा ही जहाज पर रहना पड़ता है। परन्तु जिन्हे समुद्र से प्यार है वे इन व्यवधानो के बावजूद भी बार-बार समुद्र में जाना पसंद करते हैं।

चित्र 16 : फरनैला के मुख्य डेक पर हिन्द महासागर मे क्रिकेट।

भारत का पहला बहुमुखी (Multi Disciplinary) समुद्री अनुसंधान जलयान **गवेषणी** समुद्र में केवल 25 दिन तक कार्य करने की क्षमता रखता था। मध्य हिंद महासागर गोवा से लगभग 2500 किलोमीटर दूर होने के कारण वहाँ तक आने-जाने में ही 15 दिन लग जाते हैं। अतः सर्वेक्षण के लिए ऐसे जलयानों की आवश्यकता महसूस की गई जो आने-जाने के अतिरिक्त लगभग 30 दिन और कार्य कर सके अर्थात् कुल 45 दिन की जलयात्रा की क्षमता रखते हों। इसके लिए बहुधात्विक पिंड सर्वेक्षण योजना के विभिन्न चरणों में नार्वे से **स्कैन्डी सर्वेयर** (चित्र 17 अ), ब्रिटेन से **फरनैला** (चित्र 3 स) व **जी.ए.रे.** (चित्र 13) तथा भारत की ही **एस. आर.** कम्पनी का **नन्द-रचित** ये सभी जलयान किराये पर लिये गए (तालिका 4.1)।

चित्र 17 (अ) : सर्वेक्षण हेतु नार्वे से किराए पर लिया गया **स्कैन्डी-सर्वेयर**।

दो बिस्तरों वाले छोटे केबिन

बड़ा केबिन

विश्राम–कक्ष

रसोईघर

फ्लैट

मेस रूम

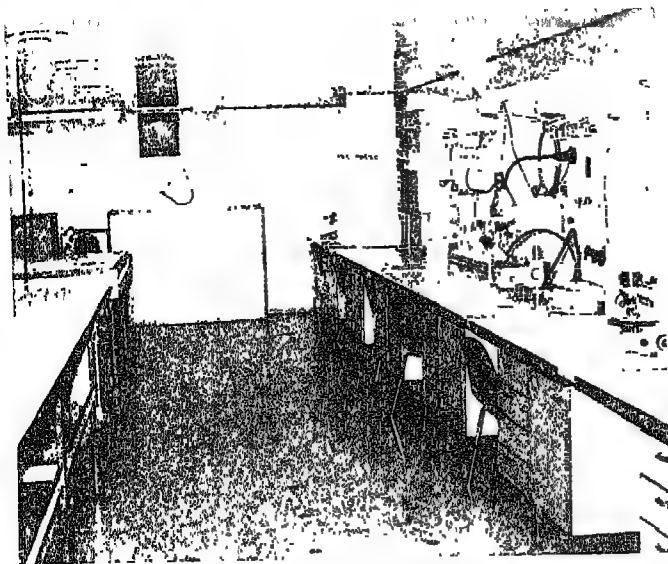
चित्र 17 (ब) : स्कैन्डी सर्वेयर के अन्दर की झलक।

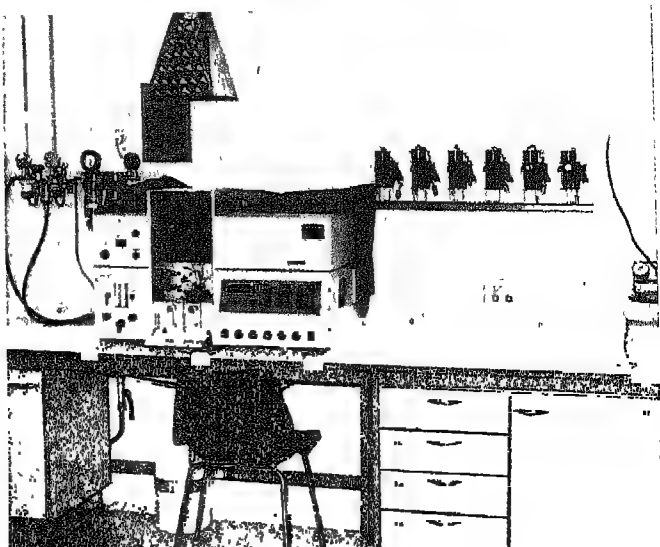
तालिका 4.1

हिंद महासागर में धात्विक पिंडों के सर्वेक्षण में प्रयुक्त 4 मुख्य शोध जलयान।

जलयान	*लम्बाई (मीटर)*	*चौडाई (मीटर)*	*ऊँचाई (मीटर)*	*कार्यशक्ति (दिन)*	*आवास कक्ष (संख्या)*	*प्रयोग-शालाएँ*
गवेषणी	68.33	12.19	3 3	25	19	06
सागर–कन्या	100.34	16.39	5 6	45	31	13
स्कैन्डी सर्वेयर	63.26	11.58	4.6	45	25	02
फरनैला	76.6	12.65	5.1	45	20	02

इन सब जलयानों के अतिरिक्त, जर्मन सरकार के सहयोग से मार्च 1983 में निर्मित **सागर-कन्या** (चित्र 3) का प्रयोग भी समय-समय पर किया जाता रहा है। **सागर-कन्या** खराब मौसम में भी लगभग दस हज़ार किलोमीटर की दूरी एक अभियान में तय कर सकता है। इस जहाज़ में भौतिक, रासायनिक, जैविक, भू एवं भू-भौतिक तथा मौसम विज्ञान संबंधी अत्याधुनिक उपकरण हैं। इस जहाज़ के दूसरे डेक पर चार प्रयोगशालाएँ, मुख्य डेक पर 5 प्रयोगशालाएँ (चित्र 18 क, ख) तथा 'ए' एवं 'बी' डेक पर चार अन्य प्रयोगशालाएँ हैं।

सागर कन्या पर स्थित कम्प्यूटर कृत्रिम उपग्रहों की सहायता से जहाज़ की स्थिति निर्धारण के साथ-साथ **ग्रैवीमीटर, मैगनेटोमीटर** एवं **एकोसाउन्डर** आदि यंत्रों से प्राप्त आंकड़ों को स्वतः अंकित करता रहता है। इन आंकडों को बड़े चुम्बकीय फीतों (Magnetic Tapes) पर उतारकर (Copy) बाद में इनका विस्तृत भू एवं भू-भौतिकीय अध्ययन किया जा सकता है। जुलाई 1990 में **सागर-कन्या** में तलीय संरचना मापने का बहुमूल्य (50 लाख डच मार्क लागत) उपकरण **हाइड्रोस्वीप**, जर्मनी में फिट करवाने के बाद इस जहाज़ ने भारत को आवंटित समस्त खनन-क्षेत्र का विस्तृत सर्वेक्षण किया है।

← (क)

चित्र 18 : सागर कन्या में : (क) बहुउद्देशीय प्रयोगशाला– जहाज की गति एव स्थिति दर्शाता कम्प्यूटर सामने दीवार पर (ख) रासायनिक जॉच हेतु प्रयुक्त एटामिक एबजार्बशन स्पेक्ट्रोफोटोमीटर।

(ख) →

नौसंचालन यंत्र

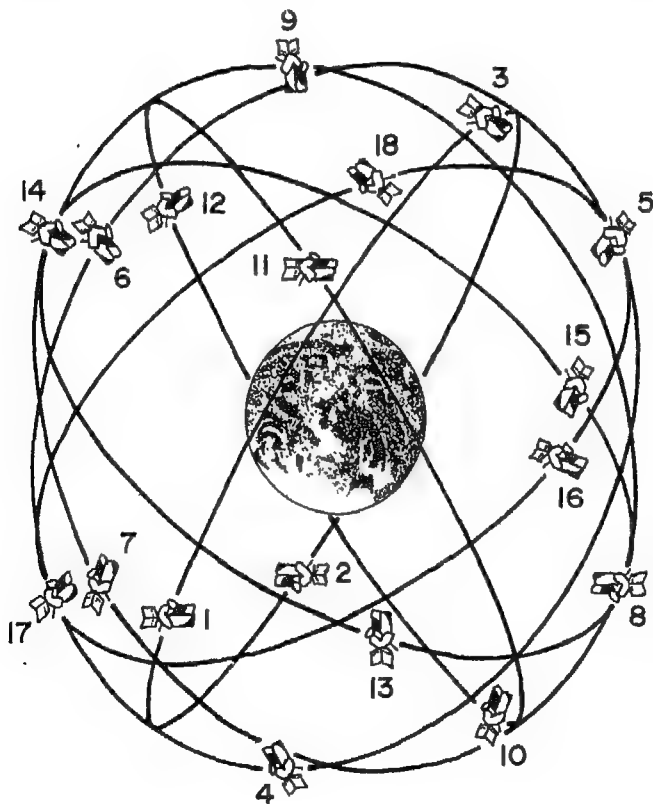
समुद्री सर्वेक्षण में जहाज़ की सही भौगोलिक स्थिति एवं दिशा का ज्ञान बहुत् महत्त्वपूर्ण होता है। संचालन हेतु प्रयोग में आने वाले यंत्रों का चुनाव प्रायः तटरेखा से कार्यस्थल की दूरी तथा कार्य की महत्ता पर निर्भर करता है। नक्षत्रों की सहायता से स्थिति-निर्धारण का प्रचलन संभवतः उतना ही प्राचीन है जितना समुद्री यातायात का। तट के समीपवर्ती क्षेत्रों में दिशा निर्धारण हेतु वहाँ पर स्थित किसी चिह्न जैसे **लाइट-हाऊस** या पहाडी आदि को लक्ष्य मानकर दिशा मापक यंत्रों से स्थिति का ज्ञान कर लिया जाता है। जबकि गहरे और दूर के क्षेत्रों में रेडियो प्रणाली पर आधारित पद्धति जैसे रेडार, ओमेगा आदि का प्रयोग किया जाता है।

औसत 5000 मीटर गहरे एवं तट से बहुत दूर बहुधात्विक पिंडों के क्षेत्र में निश्चित दिशा एवं स्थिति निर्धारण की आवश्यकता होती है। इसके लिए कृत्रिम उपग्रहों पर आधारित **सार्वभौम स्थिति-निर्धारण प्रणाली** (Satellite Navigation System) का प्रयोग किया जाता है। **सैटेलाइट नैवीगेशन सिस्टम** या कृत्रिम उपग्रहों की सहायता से संचालन, नक्षत्रों द्वारा दिशा निर्धारण के पुराने तरीके का ही आधुनिक रूप है। अंतरिक्ष में घूमते हुए इन कृत्रिम उपग्रहों द्वारा भेजे रेडियो संकेतों की सहायता से जहाज़ की सही स्थिति का गुणन कर लिया जाता है (चित्र 19)।

> मेडीटेरेनियन सागर व्यापार का मार्ग बन गया था। समुद्री यातायात बढने से दुर्घटनाएँ भी बढने लगी। इन्हें रोकने के लिए मिस्र के राजा टोलेमी$_1$ एवं टोलेमी$_2$ ने 279 सदी ईसा पूर्व एक विशाल लाइट हाऊस बनवाया। अलेक्जेन्ड्रिया स्थित इस लाइट हाऊस की रोशनी समुद्र में 25 मील दूर तक पहुँचती थी।
>
> रोम देशवासियों ने भी इसी तरह बहुत से लाइट हाऊस बनवाए। बहुत से देशों में ये लाइट हाऊस अभी भी उतने ही महत्त्वपूर्ण हैं।

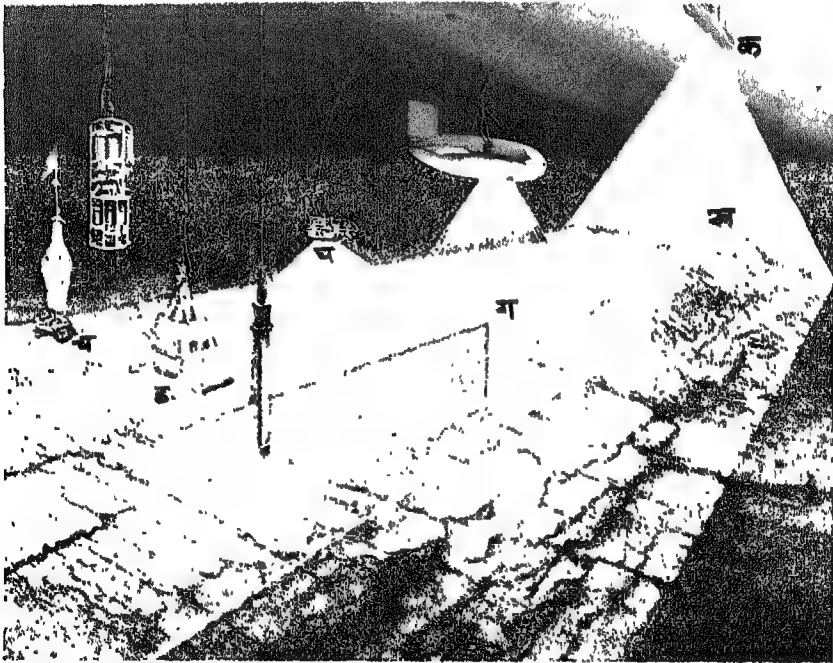
चित्र 19 : कृत्रिम उपग्रह द्वारा स्थिति निर्धारण

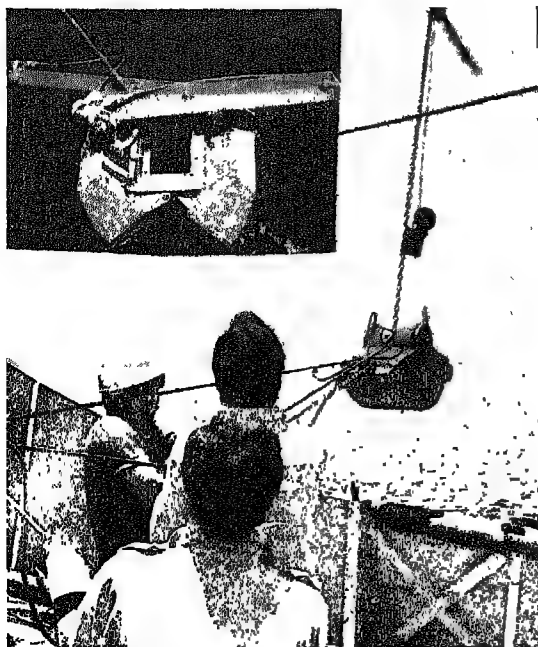
बहुधात्विक पिंडों की खोज के लिए उपरोक्त पद्धति के अतिरिक्त, 1992 से **सागर-कन्या** द्वारा **ग्लोबल पोज़ीशनिंग सिस्टम** (Global Positioning System) का प्रयोग किया जा रहा है। हाइड्रोस्वीप यंत्र द्वारा तलीय संरचनाओं की जानकारी के लिए यह पद्धति विशेष उपयोगी है। इसमें 18 कृत्रिम उपग्रह, 6 गोलाकार कक्षाओं में घूमते रहते हैं। जिनके द्वारा पृथ्वी के किसी भी स्थान पर किसी भी मौसम में लगातार चौबीसों घंटे स्थिति

निर्धारित की जा सकती है। अमरीका द्वारा विकसित इस प्रणाली में 18 कृत्रिम उपग्रहों– **नवस्टार** (Navigation System with Time and Ranging) की सहाय्रता से रेडियो नौसंचालन (Radio Navigation) द्वारा स्थिति निर्धारित की जाती है। ये कृत्रिम उपग्रह 10,900 समुद्री मील (20,000 किलोमीटर) की कक्षा में पृथ्वी की परिक्रमा करते रहते हैं। 55° पर झुकी 6 कक्षाओं में, इनमे से 3 उपग्रह हर समय चक्कर लगाते रहते हैं (चित्र 20)। प्रत्येक उपग्रह की

चित्र 20 : 18 नवस्टार उपग्रहो की कक्षाएँ।

स्वयं की कक्षा 12 घंटे की होती है। उपग्रहों की इस व्यवस्था के कारण पृथ्वी पर किसी भी जगह कम से कम 4 उपग्रहों द्वारा सीधे सम्पर्क किया ज़ा सकता है।

समुद्रतल से नमूने (Samples) एकत्र करने हेतु प्रयुक्त उपकरण

गहरे समुद्र से बहुधात्विक पिंड एकत्र करने हेतु जिन उपकरणों का प्रयोग किया जाता है (चित्र 21) उनमें से मुख्य उपकरण इस प्रकार हैं—

(क) अत्याधुनिक नौपरिवहन यन्त्रो द्वारा अनुसधान जलयान की स्थिति निर्धारण
(ख) हाइड्रोस्वीप द्वारा तलीय सरचना
(ग) डीप टो सयत्र
(घ) टी.वी कैमरे के साथ ओफोस द्वारा रगीन तलीय चित्रण
(च) बहुधात्विक पिडो के एकत्रीकरण हेतु प्रयुक्त ग्रैब—बूमैरैग ग्रैब
(छ) मल्टीसोन्ड . विश्वसनीय समुद्र विज्ञानीय पैरामीटर का मापन
(ड) तलीय मिट्टी के नमूने निकालने हेतु प्रयुक्त ग्रैब

चित्र 21 : विभिन्न उपकरणो द्वारा अन्तर्जलीय सर्वेक्षण।

चित्र 22 : तलीय मिट्टी के नमुने एकत्र करने हेतु— **पीटरसन ग्रैब,** (ऊपर) बांए कोने पर **वैनवीन ग्रैब**

पीटरसन ग्रैब (PETERSSON GRAB)

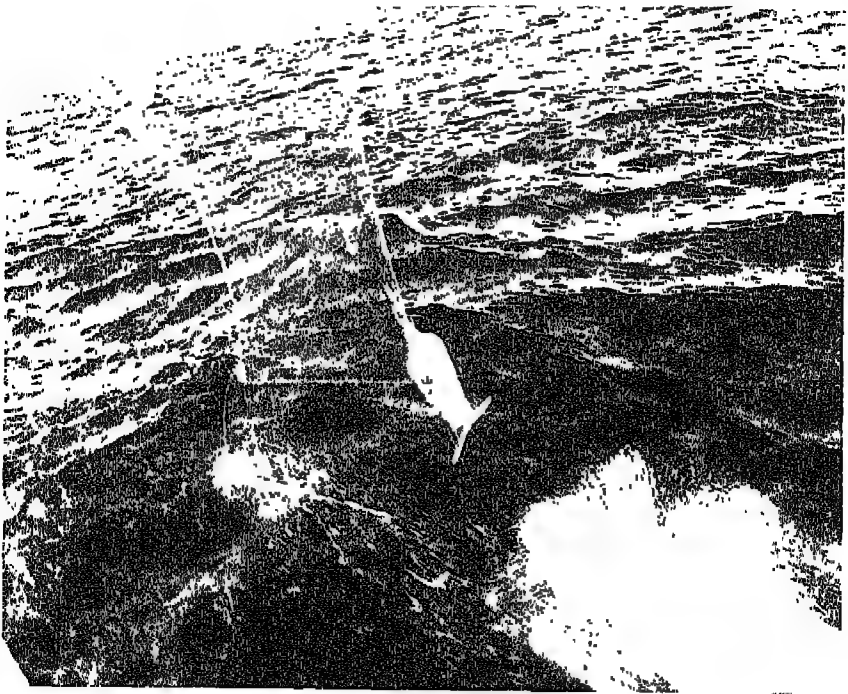
इस यंत्र का नाम इसके आविष्कारक के नाम पर प्रचलित है। दो जबड़े वाले यंत्र **ग्रैब** (चित्र 22) को लोहे के तार में बांधकर **विंच** की सहायता से समुद्रतल पर भेजते हैं। वहाँ पहुँचते ही इसके दोनों जबड़े मिट्टी में थोडा धंस जाते हैं। तार द्वारा ग्रैब को थोड़ा ऊपर खींचने पर एक विशेष क्रिया (Triggering) द्वारा इसके दोनों जबड़े उस स्थल पर एकत्रित पदार्थ (Sediment) सहित बन्द हो जाते हैं। इस ग्रैब को विंच द्वारा ऊपर जहाज़ पर खींचकर इसमें एकत्रित पदार्थ का उस स्थल के नमूने के रूप में अध्ययन किया जाता है।

बहुधात्विक पिंडों की खोज के लिए मध्य हिंद महासागर में किये गए प्रारंभिक सर्वेक्षणों में इस यंत्र का प्रयोग किया गया। इस ग्रैब को तल तक

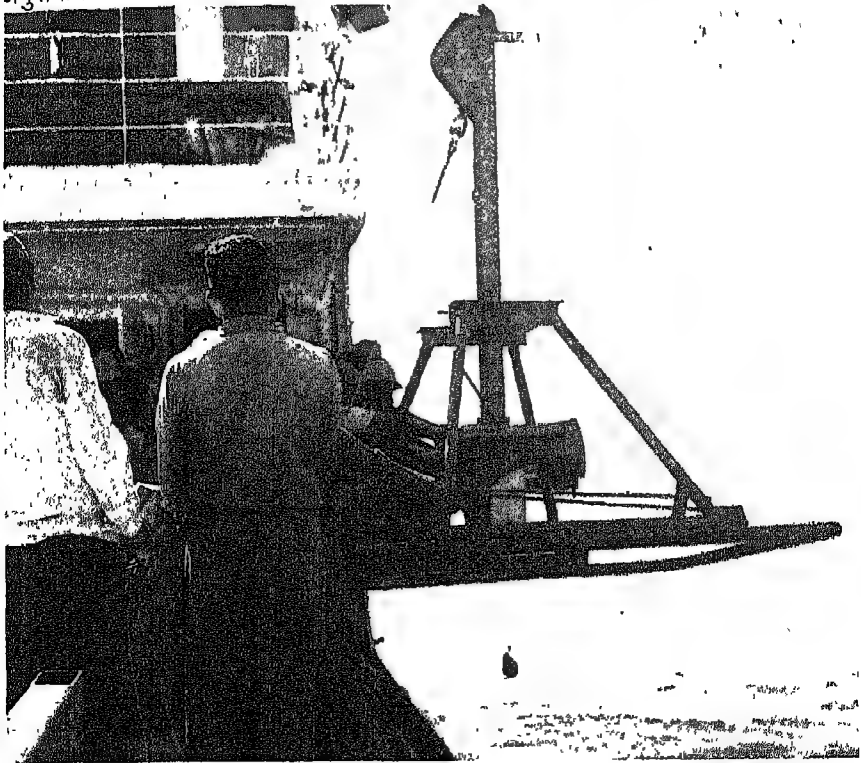
डालकर ऊपर वापस लाने की क्रिया में लगभग 4 घंटे तक का समय लग जाता है।

बूमेरैंग ग्रैब (BOOMERANG GRAB)

इस ग्रैब में पीटरसन ग्रैब की अपेक्षा बहुत कम समय लगता है। अतः बहुधात्विक पिंडों के सर्वेक्षण के लिये बूमेरैंग ग्रैब बहुत उपयोगी होता है। वास्तव में बूमेरैंग ग्रैब भेजने और वापस आने में 2 से 3 घंटे का समय लगता है। इस ग्रैब के प्रयोग में जहाज की पुली या तार की आवश्यकता नहीं होती है अतः एक साथ 5–7 ग्रैब 2–3 घंटे में भेजे और निकाले जा सकते हैं। इसके निचले सिरे पर एक जाली बंधी होती है, जिससे महीन मिट्टी जैसे पदार्थ छनकर बाहर निकल जाते हैं और पिंड संग्रहीत होकर ऊपर आ जाते हैं।

वास्तव में बूमेरैंग ग्रैब उपकरण के दो भाग होते हैं—प्लव (Buoy) एवं ग्रैब (Grab); प्लव में काँच के बड़े गोले होते हैं। इनके अंदर का स्थान वायुरहित होता है और उनके ऊपर प्लास्टिक या फायबर ग्लास का खोल (Cover) चढ़ा होता है। प्लव के निचले सिरे पर एक जालीदार ग्रैब बांधकर, इस ग्रैब के दोनों किनारों पर 20–20 किलोग्राम भार के 2 लोहे के बांट अटका दिये जाते हैं। ऊपरी सिरे पर दिन के समय एक रेडियोबीकन छड़ी और एक झण्डा तथा रात में रेडियोबीकन व एक टार्च बांध देते हैं। जिस स्थान पर नमूने एकत्र करने होते हैं वहाँ पर जहाज़ ले जाकर क्रेन की सहायता से इसको समुद्र में छोड़ दिया जाता है। ग्रैब में अटके भार के कारण यह बिना तार के अपने ही भार से पानी के अंदर डूबता जाता है। समुद्र तल छूते ही झटका लगने से ये भार गिर जाते हैं और प्लव में निर्वात के कारण यह ऊपर उठने लगता है। ऊपर उठते समय ग्रैब के दोनों जबड़े बन्द हो जाते हैं और जिस जगह पर यह ग्रैब ज़रा-सी देर ठहरा था, वहाँ का पदार्थ इसके जबड़ों में बंद हो जाता है। प्लव में लगे झंडे या टार्च के कारण इसे

चित्र 23 : बूमेरैंग ग्रैब—जाल में फसाकर वापस जहाज पर लेते हुए।

पहचानकर धीरे-धीरे जलयान इसके पास ले जाकर जाल में फंसाकर इसे वापस जहाज पर उठा लेते हैं (चित्र 23)। ग्रैब में फंसा पदार्थ उस जगह पर उपस्थित बहुधात्विक पिंडों के भार का प्रतिनिधित्व करता है। यदि किसी कारणवश प्लव दृष्टि से ओझल हो जाये तो इसमें लगाये रेडियोबीकन द्वारा उत्पन्न संकेतों से इसको दिशा-बोधक यंत्र की सहायता से खोज लेते हैं।

बहुधात्विक पिंडों के सर्वेक्षण में एक स्थान पर एक साथ भेजे गये 5 से 7 ग्रैब का औसत उस स्थल के 1 वर्गमीटर क्षेत्र पर इनके कुल भार का मापदण्ड माना जाता है।

चित्र 24 : स्पेड कोरर (कैमरे के साथ) समुद्र में भेजते हुए।

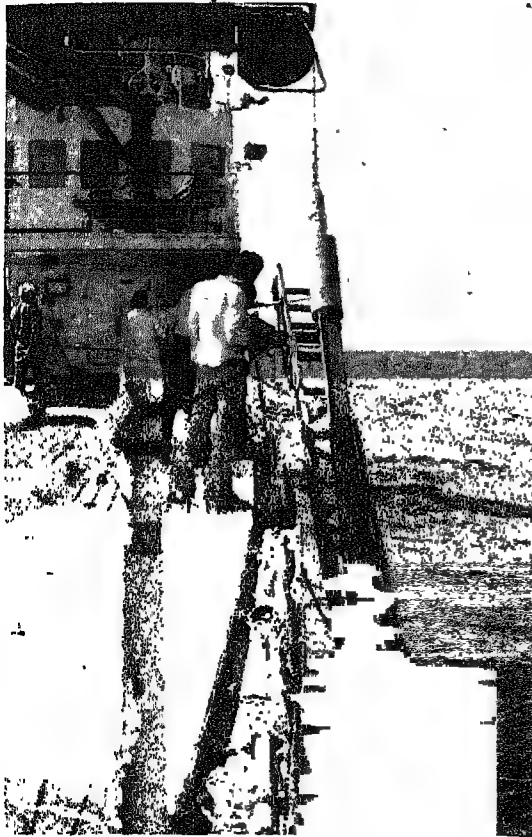
स्पेड कोरर (SPADE CORER)

बहुधात्विक पिंडों की समुद्र तल पर स्थिति का अध्ययन करने के लिए इस उपकरण (चित्र 24) का प्रयोग किया जाता है। यह यंत्र स्पेड यानी फावड़े की तरह से समुद्र की मिट्टी ऊपरी 45 सेमी. गहराई तक खोद लाता है। चूंकि पिंड मिट्टी की ऊपरी सतह पर एक तह में बिखरे हैं अतः स्पेड कोरर द्वारा लाए पदार्थ से (चित्र 25) पिंडों का वहाँ की मिट्टी के साथ संबंध समझा जा सकता है।

चित्र 25 : स्पेड कोरर द्वारा लाए गए पदार्थ की ऊपरी तह मे पडे काले बहुधात्विक पिड।

बॉक्स कोरर (BOX CORER)

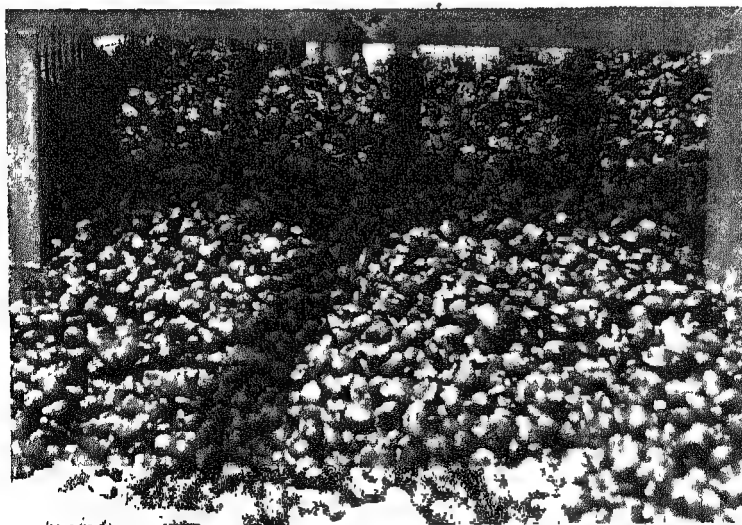
बॉक्स कोरर (चित्र 26) का प्रयोग भी समुद्र तल की ऊपरी कुछ मीटर मोटी तह (Top Sediment) का अध्ययन करने हेतु किया जाता है। यह कोरर मिट्टी को उसी दशा में भर लेता है जिसमें यह समुद्रतल पर है और मिट्टी बिना किसी बाधा (Disturbance) के आ जाती है।

बॉक्स एवं स्पेड दोनों ही कोरर की ऊपरी सतह पर भारी बांट बांधकर तार द्वारा वेग से पानी में छोड़ देते हैं जिससे यह तल की मुलायम मिट्टी में धंसकर उसे संग्रह कर लेते हैं।

चित्र 26 : बाक्स कोरर भेजते हुए सागर-कन्या।

ग्रैविटी कोरर (GRAVITY CORER)

गुरूत्व के प्रयोग वाले इस कोरर के मुख्य भाग प्लास्टिक या एक्रेलिक के पतले पाइप होते हैं जिनकी ऊपरी सतह पर भार (Weight) बांधकर समुद्र में भेजते हैं। ऊपर बंधे भार का वजन पाइप की लम्बाई के अनुपात में रखा जाता है जैसे कि 3 मीटर लम्बे पाइप पर 500 किलोग्राम का भार। इस भार को पाइप की लम्बाई के अनुपात में बढ़ाते हैं। भार के कारण पाइप तल की मुलायम मिट्टी में धंसता चला जाता है। जहाज़ पर लगे यंत्रों से पानी में इसकी स्थिति पता चलती रहती है जिससे तल पर पहुँचने के थोड़े ही समय बाद इसे वापस ऊपर खींच लेते हैं। तटरेखा से दूर गहरे समुद्र में एक इंच मिट्टी जमा होने में हज़ारों वर्षों का समय लग जाता है। मध्य हिंद महासागर में यह दर 1–3 मिलीमीटर प्रति हज़ार वर्ष है। कोरर द्वारा लाई गई मिट्टी की तहों (Layers) का अध्ययन करके भूतकाल (Geological Past) में इस मिट्टी के समुद्र में क्रमिक जमाव के बारे में पता चलता है।

चित्र 27: (क) धात्विक पिंड एकत्र करने जाता हुआ ड्रेज। →

चित्र 27: (ख) एकत्रीकरण कर वापस आए ड्रेज मे धात्विक पिंड व क्रस्ट। ↓

ड्रेज (DREDGE)

ज्यादा मात्रा में पदार्थ एकत्र करने हेतु ऊपर वर्णित उपकरणों द्वारा एकत्रित नमूनों की मात्रा बहुत कम होती है। उदाहरण के लिये बहुधात्विक पिंडों से धातुकर्म कर प्रयोगशाला में धातुएँ निकालने के लिए बहुत अधिक पिंडों की आवश्यकता होगी। अतः बड़ी मात्रा में इन्हे एकत्र करने के लिए ड्रेज का (चित्र 27 क) प्रयोग किया जाता है। बहुत बड़ी बाल्टी या कनस्तर की तरह का मजबूत ड्रेज तार की सहायता से समुद्रतल पर भेज दिया जाता है। जहाज़ के बहुत धीमी गति से चलने के साथ-साथ ड्रेज समुद्र तल पर घिसटता रहता है तथा तलहटी की ऊपरी सतह को खुरचता हुआ वहाँ उपस्थित पत्थर, धात्विक पिंड आदि अपने अंदर भरता चलता है (चित्र 27 ख)। 2–3 घंटे बाद जब ड्रेज भर जाने की उम्मीद होती है तब इसे जहाज़ पर वापस खींच लेते हैं। मध्य हिंद महासागर के **प्राइम एरिया** में एक अभियान में लगभग 15 टन तक पिंड इससे एकत्र किये गये हैं (चित्र 27 ग)।

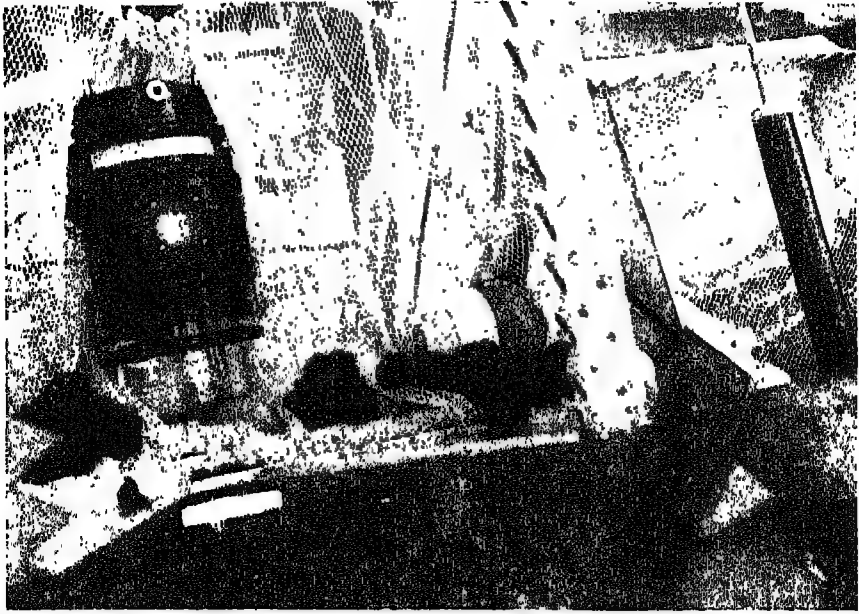
समुद्रतल के चित्रण (PHOTOGRAPHY) में प्रयुक्त उपकरण

नमूने एकत्र कर समुद्र तल अध्ययन के साथ-साथ, फोटोग्राफी द्वारा तलीय चित्र लेकर जानकारी एकत्र करना भी हमारे लिए बहुत आवश्यक होता है। इसके लिए जो उपकरण प्रयोग किए जाते हैं उनमें से प्रमुख निम्नलिखित हैं :—

फोटोबूमेरैंग ग्रैब (PHOTO BOOMERANG GRAB)

ऊपर वर्णित बूमेरैंग ग्रैब के अंदर एक वाटर प्रूफ कैमरा फिट कर दिया जाता है। इस कैमरे के एक सिरे पर लगभग 1.5 मीटर लम्बी रस्सी बंधी होती है जिसके दूसरे किनारे पर लगभग 5 किलोग्राम भार का एक बड़ा लट्टू बंधा होता है। इस लट्टू का प्रयोग कैमरा क्लिक कराने के लिए किया जाता है। जैसे ही ग्रैब समुद्र तल से लगभग 1.5 मीटर की दूरी पर पहुँचता

चित्र 27: (ग) ड्रेज से बहुधात्विक पिंडों की निकासी।

है लट्टू जमीन के अंदर धंस जाता है और कैमरा तुरन्त क्लिक हो जाता है। इस बूमेरैंग ग्रैब में बहुधात्विक पिंड तो संग्रह हो ही जाते हैं, साथ ही साथ उस स्थान की फोटो भी आ जाती है (चित्र 28)। फोटो देखकर यह पता

चित्र 28: फोटोबूमरैंग ग्रैब : कैमरा, एकत्रित पिंड और कैमरे को क्लिक कराने हेतु बड़ा लट्टू *(दाहिने कोने में)*

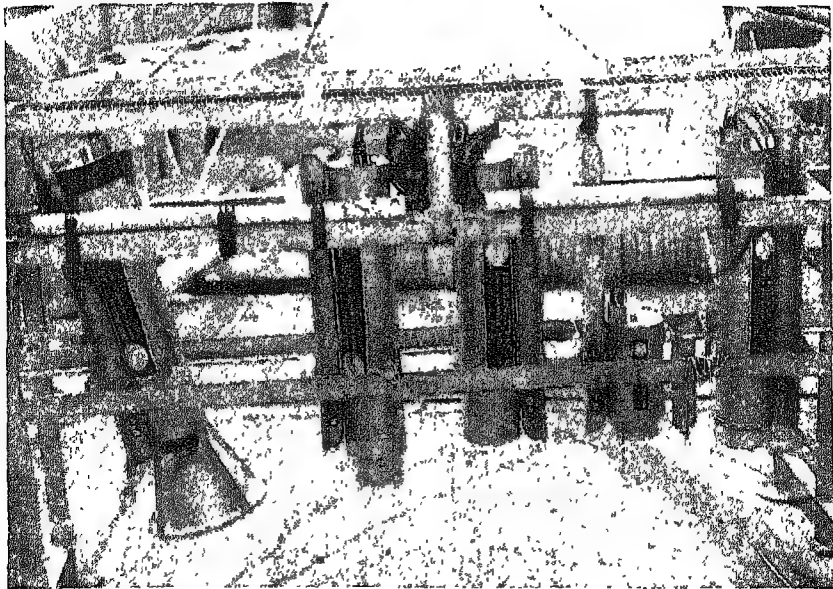
चल जाता है कि पिंड समुद्र तल पर किस प्रकार बिखरे थे। कभी-कभी ऐसा होता है कि पिंडों के ऊपर मिट्टी की पतली सी तह जमा हो जाती है। जिससे फोटोग्राफ में पिंड अनुपस्थित दिखाई देते हैं परन्तु ग्रैब में यह अच्छी मात्रा में ऊपर आ जाते हैं। इसी तरह कभी-कभी ग्रैब ऐसे स्थान पर जा बैठता है जहाँ पर ये पिंड बिल्कुल भी न होकर 10–20 सेंटीमीटर दूरी पर ही बहुतायत से मिलते हैं। ऐसी परिस्थिति में कैमरा तो उस जगह पर इनकी उपस्थिति दर्शाता है परन्तु ग्रैब में इन पिंडों का संग्रह शून्य रहता है। इन दोनों परिस्थितियों को ध्यान में रखते हुए इनका तुलनात्मक अध्ययन समुद्र तल पर इन पिंडों के विस्तार की ज़्यादा स्पष्ट सूचना देता है। इसके अतिरिक्त कैमरे से समुद्र तल पर रहने वाले जीव जन्तुओं का रहन-सहन, जीवन और बनावट भी पकड़ में आ जाती है।

कैमरा (CAMERA)

सन् 1926 में अमरीकी जीव वैज्ञानिक डा. सैम्युल लांगले ने **नैशनल ज्योग्राफिक सोसायटी** की सहायता से समुद्र विज्ञान में फोटोग्राफी का प्रयोग आरम्भ किया। **वुड्सहोल ओशेनोग्राफिक इन्स्टीट्यूट** के वैज्ञानिकों ने कैमरे को तारों में बांधकर पहली बार गहराई के चित्र लिये। आरम्भ में, अक्सर यह समस्या आती थी कि कैमरा कब तल पर पहुँचा? कभी-कभी तल पर पहुँचने से पहले ही कैमरा क्लिक हो जाता और कभी यह तल से टकराकर खराब हो जाता था। यह कठिनाई दूर करने के लिए वुड्सहोल ओशेनोग्राफी इन्स्टीट्यूट के ही डा. हैरोल्ड ईडगरटन ने एक उपकरण **पिंगर** (Pinger) का आविष्कार किया। यह उपकरण "पिंग-पिंग-पिंग" की ध्वनि के साथ पानी में नीचे उतरता है। इन ध्वनि संकेतों में से कुछ संकेत कैमरा स्वयं ग्रहण कर लेता है और कुछ संकेत परावर्तित होकर जहाज़ पर वापस पहुँच जाते हैं। इन दोनों आवाज़ों के जहाज़ तक पहुँचने के समय के अंतर से कैमरे की सही स्थिति का अनुमान हो जाता है। कैमरा तल की ओर जाते समय जहाज़ पर स्थित रिकार्डर में पिंगर की स्थिति अंकित होती रहती है, जिससे कैमरे की समुद्र तल से दूरी ज्ञात होती रहती है।

कैमरे के साथ फ्लैश लाइट्स, बैटरी और पिंगर सब एक साथ स्टील फ्रेम में जड़कर (चित्र 29) तल से लगभग 5 मीटर की ऊँचाई पर तल में उतारते हैं। कैमरे में बूमेरैंग कैमरे की भांति ही रस्सी और लट्टू का प्रयोग कैमरा क्लिक कराने के लिये किया जाता है। समुद्र तल पर पहुँचने के बाद कैमरे को थोड़ा ऊपर-नीचे 'क्लिक' करवाते रहते हैं ताकि एक बार में ही आस-पास की ज्यादा तस्वीरें खींची जा सकें।

अन्तर्जलीय टेलीविज़न (UNDERWATER TELEVISION)

टेलीविज़न-कैमरों को समुद्रतल पर लटका देते हैं, जहाज़ के चलने के साथ-साथ समुद्रतल की तस्वीर लगातार जहाज़ पर लगे टी.वी. पर दिखाई

चित्र 29 : अंतर्जलीय कैमरा–बैटरी, फ्लैश लाइट और पिंगर के साथ

देती रहती हैं। सन् 1951 में ब्रिटिश पनडुब्बी **एफफरे** टेम्स नदी के मुहाने पर डूब गई। इसे खोजने के लिये वाटरप्रूफ खोल के अंदर टेलीविज़न-कैमरे रखकर पनडुब्बी डूबने की जगह पर, जहाज़ द्वारा लटकाए गए। इस खोज करने वाले जलयान के उस जगह पर चक्कर लगाते समय जहाज़ में लगे टी.वी. पर टेलिविज़न-कैमरे की सहायता से यह डूबी पनडुब्बी दिखाई दे गई। तब से अन्तर्जलीय टेलीविज़न समुद्र विज्ञान का एक अंग बन गया है और समय के साथ-साथ आज यह तकनीक बहुत विकसित हो गई है।

डीप टो (DEEP TOW)

अन्तर्जलीय टेलीविज़न का अत्याधुनिक स्वरूप, डीप टो नामक उपकरण तल से 5–10 मीटर ऊँचाई पर मजबूत तारों द्वारा लटका दिया जाता है। डीप टो में कैमरे, टी.वी.-कैमरे, फ्लैश बत्तियाँ एवं ऊँचाई मापक यंत्र फिट

रहते हैं। जहाज़ के धीमी गति से चलने के साथ इन कैमरों द्वारा लगातार खींची जाने वाली तस्वीरें जहाज़ में लगे टी.वी. पर्दे पर लगातार देखी जा सकती हैं। डेक से इस यंत्र में लगे कैमरों का संचालन संभव होता है।

समुद्री वातावरण एवं पारिस्थितकी अध्ययन, अति सूक्ष्म तलीय संरचनाओं तथा खनिजों के सर्वेक्षण में डीप टो का प्रयोग किया जाता है।

गहराई नापने के उपकरण

गड्ढे में पैर डालने से यह पता चल जाता है कि गड्ढे में कितना पानी है। इसी तरह आरम्भ में उथले क्षेत्रों में लकडी के डंडे को चिन्हित करके या रस्सी को चिन्हों में विभाजित करके पानी की गहराई नापी जाती थी। इस रस्सी के एक सिरे पर सीसे (Lead) का भार बांधकर पानी में डालते थे, जितनी रस्सी पानी में डूबी वह पानी की गहराई होती थी। इस विधि को **लेड लाइन** (Lead Line) के नाम से जाना जाता है।

मैगलेन नाविक (1480–1521) ने प्रशांत महासागर के सेंट पाल और टिबूरोन्स नामक द्वीपों के बीच पाँच साधारण तारों के सिरे आपस में बांधकर समुद्र में लटकाया। फिर भी उसे समुद्रतल की थाह न मिल सकी तो वह इस स्थान को ही समुद्र का सबसे गहरा स्थान समझ बैठा था।

वैज्ञानिकों के मन में किसी ऐसे आविष्कार की कल्पना उठने लगी जो कैमरे की तरह समुद्र की तलीय संरचना एवं गहराई बता सके। विश्वयुद्ध के समय डूबी पनडुब्बियों का पता लगाने के लिये फ्रांस, अमरीका और ब्रिटेन आदि देशों ने ध्वनि का प्रयोग कैमरे की तरह करके **सोनार** (Sonar) विधि खोज निकाली जो 1930 तक काफी प्रचलित हो गई थी। इसी सोनार (Sound Navigation and Ranging) विधि का प्रयोग करके तरह-तरह के एको (यानि गूंज या प्रतिध्वनि) साउन्डर यंत्र बनाये गए।

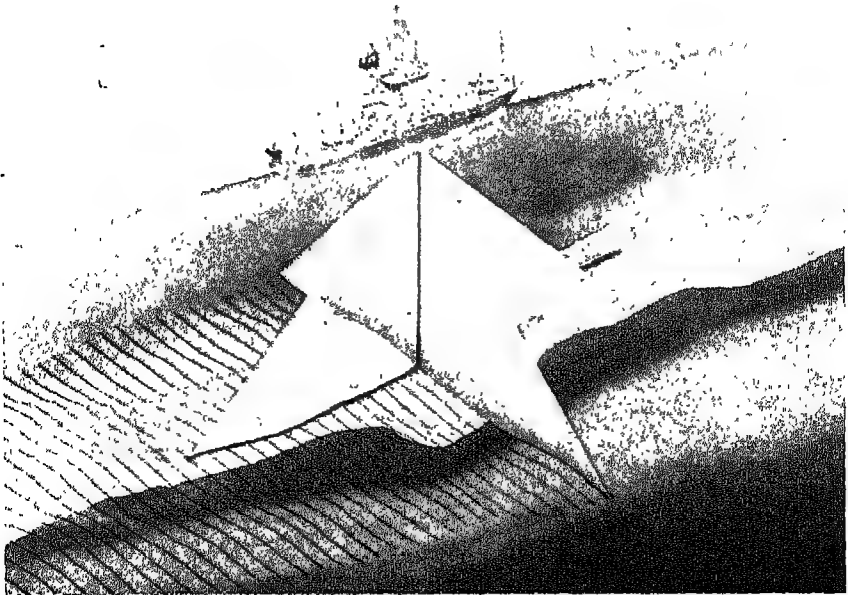
एकोसाउन्डर (ECHO SOUNDER)

एक बड़े कमरे में आवाज़ लगाने पर वह बार-बार गूँज के रूप में सुनाई पड़ती है क्योंकि आवाज़ से निकली ध्वनि दीवार से टकराने के बाद वापस

लौटती है और फिर सुनाई देती है। इसी तरह एकोसाउन्डर में भी ध्वनि तरंग भेजी जाती हैं जो समुद्र तल से टकराकर वापस लौट आती हैं। इन तरंगों के भेजने और वापस पहुँचने के बीच के समयान्तर से उस स्थल की गहराई एवं तलीय संरचना का पता चल जाता है। अगर दुश्मनों द्वारा भेजी पनडुब्बियों का पता करना हो तो उसके लिये दूसरी तरह की ध्वनि भेजने का प्रबंध एकोसाउन्डर में होगा और तलीय संरचनाएँ पता करने के लिए अलग किस्म का एकोसाउन्डर प्रयोग किया जायेगा।

ध्वनि और प्रतिध्वनि के आधार पर बने सभी एकोसाउन्डरों में ध्वनि तरंगों (Sound Waves) को भेजा जाता है जो समुद्र धरातल आदि से टकराकर परावर्तित होकर वापस लौट आती हैं। इस कार्य के लिए यंत्र में तीन मुख्य मशीनें होती हैं— (1) *ट्रांसमीटर (Transmitter)* : जिसके द्वारा अल्ट्रासॉनिक कम्पनों को भेजा जाता है। (2) *रिसीवर (Receiver)* : जो वापस आते संकेतों को ग्रहण कर सकें और *(3) रिकार्डर (Recorder)* : जो वापस हुए संकेतों को अंकित कर सकें।

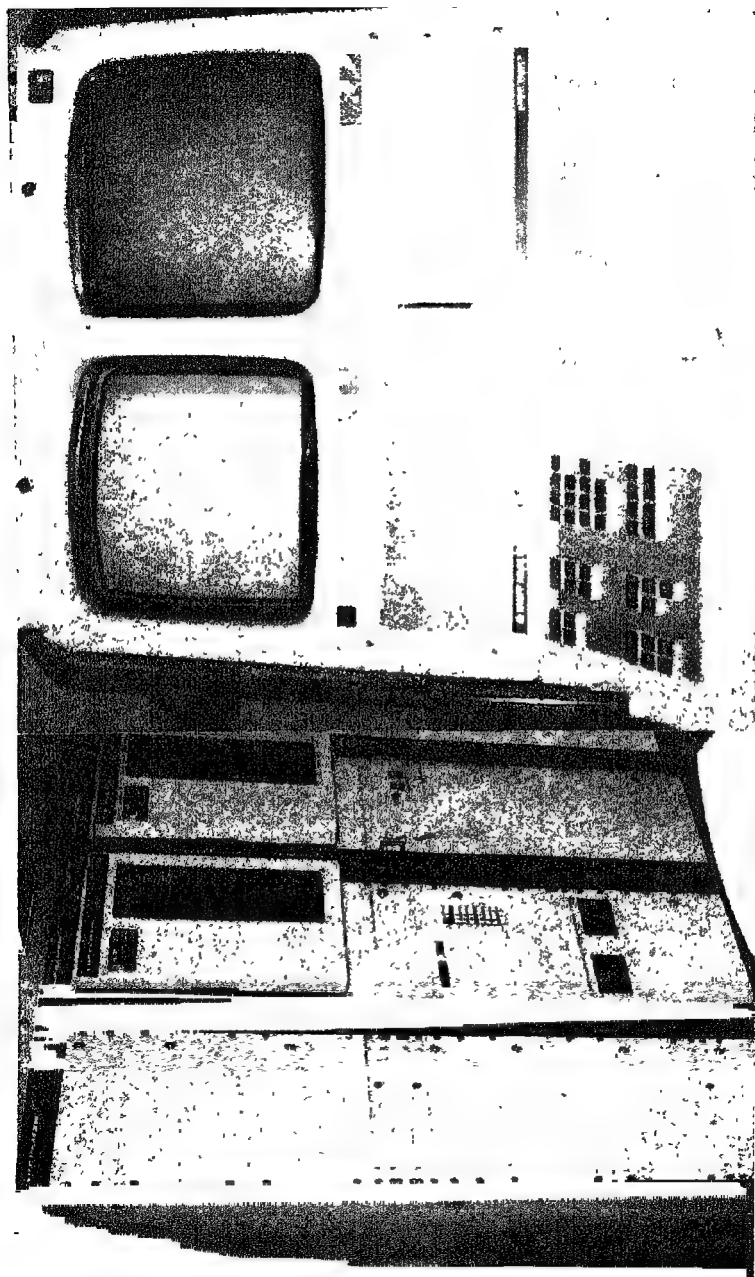
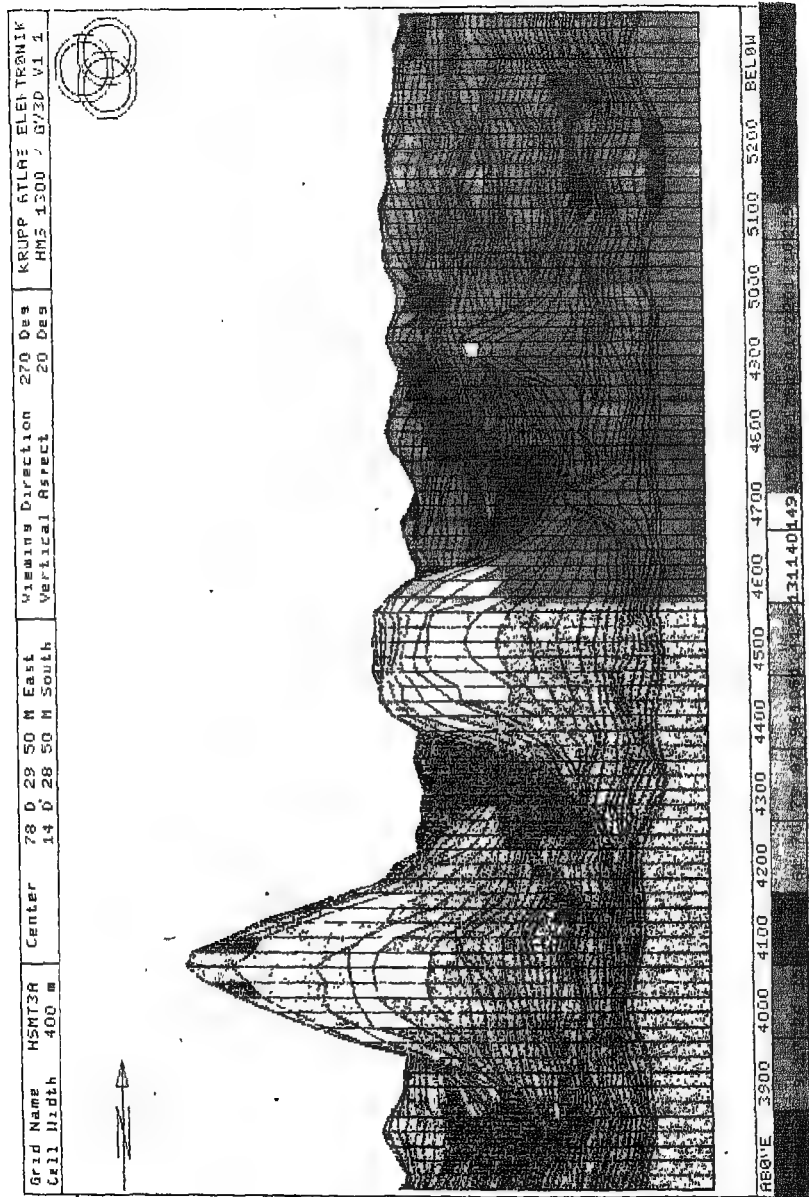
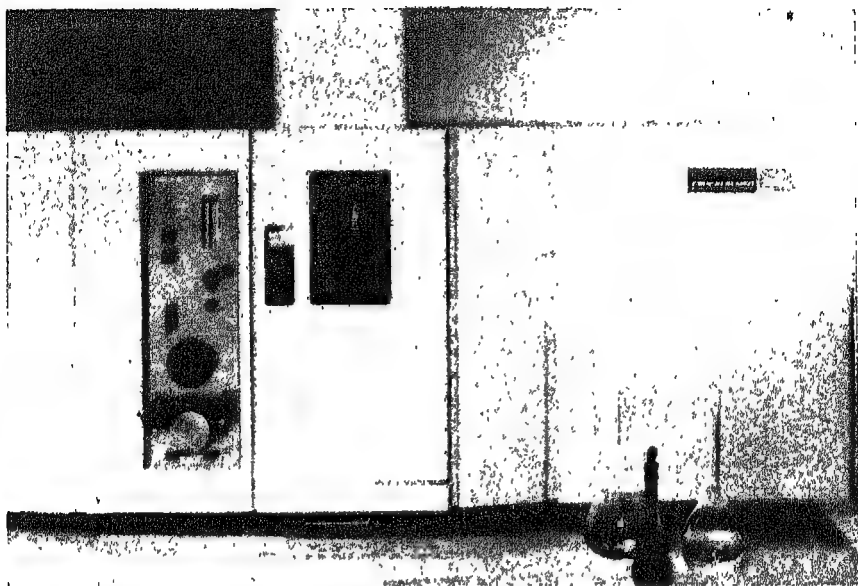
ट्रांसमीटर कई तरह से अल्ट्रासॉनिक कम्पनों को पैदा कर सकता है। एक विधि में **स्पार्कर** (Sparker) का प्रयोग किया जाता है जिससे गैस लाइटर की तरह एक विद्युत चिंगारी निकलती रहती है। दूसरी विधि में एक **पीज़ो इलेक्ट्रिक** (Piezo Electric) या दाब विद्युत क्रिस्टल का प्रयोग होता है। तीसरी विधि में चुम्बकीय क्षेत्र की शक्ति बढ़ाने-घटाने से इसमें स्थित निकिल प्लेट के फैलने और सिकुड़ने से कंपन पैदा होती हैं। इसी भांति अन्य कई विधियाँ कम्पन पैदा करने में प्रयोग की जाती हैं।

अल्ट्रासॉनिक कम्पन उत्पन्न करने वाले ये सभी यंत्र ट्रान्सड्यूसर (Transducer) में ही एक साथ बनाये जा सकते हैं। ट्रान्सड्यूसर में ट्रांसमीटर और रिसीवर दोनों एक साथ ही लगाए जा सकते हैं। रिकार्डर में छोटा सा पेन या **स्टाइलस** होता है जो पहले से अंकित कागज पर प्रतिध्वनि के पहुँचने में लगे समय के अनुसार घूमता है। वास्तव में प्रतिध्वनि के प्रत्येक आवेग के प्रत्युत्तर में स्टाइलस केवल एक चिन्ह अंकित करता जाता है। अतः

चित्र 30 : 59 ध्वनि पुंजों के प्रयोग से पानी की गहराई के दोगुने क्षैतिज तल को माप त्रिविमीय तलीय संरचना की जानकारी।

एक के बाद एक तीव्र वेग से वापस आती ध्वनि तरंगों से समुद्र तल की तस्वीर रिकार्डर पर अंकित होती जाती है।

एक पुंज वाली प्रतिध्वनि के प्रयोग से बने एकोसाउन्डर ने मध्य हिंद महासागर में लगभग 4,20,000 लाइन किलोमीटर आंकड़े एकत्र किये हैं। इन आंकड़ों के आधार पर यह पता चला है कि वह क्षेत्र जिसे हम समतल मैदान (Abyssal Plain) कहते हैं वहाँ भी कितने पहाड़, पठार और छोटी खाइयाँ हैं।

हाइड्रोस्वीप (HYDRO SWEEP)

जब एक ध्वनि पुंज भेजकर इतनी जानकारी एकत्र हो सकती है तब

चित्र 31 : हाइड्रोस्पीय यंत्र : चलती सागर–कन्या के साथ अंकित होती संरचना पर्दे पर, संयंत्र का इलेक्ट्रानिक ढांचा (बायें)

चित्र 32 : हाइड्रोमैप द्वारा तैयार किया गया मध्य हिंद महासागर का एक त्रिविमीय मानचित्र विभिन्न रंग, विभिन्न गहराइयो के सूचक हैं।

चित्र 33 : आई.सी.पी.–ए.ई.एस. रासायनिक जॉच हेतु प्रयुक्त उपकरण।

अगर ज़्यादा ध्वनि पुंज भेजे जाएँ तो निश्चित ही अधिक विस्तृत जानकारी मिल सकेगी। कई **ध्वनि पुंजों** (Multibeam) का प्रयोग करते हुए अनेकों अत्याधुनिक एकोसाउन्डर बनाए गए—36 पुंजों वाले, 59 पुंजों वाले, 116 पुंजों वाले।

सागर-कन्या पर 1990 में लगे बहुपुंजीय एकोसाउन्डर में एक की जगह 59 ध्वनि तरंगें समुद्र तल से टकराकर तथा परावर्तित होकर वापस आती हैं (चित्र 30)। लगातार आती इन तरंगों से तल की त्रिविमीय (Three Dimensional) तस्वीर का पता चलता है।

हाइड्रोस्वीप (चित्र 31) का प्रयोग दस से दस हज़ार मीटर तक की गहराई के लिए किया जा सकता है। पानी की विभिन्न तहों की विभिन्न ध्वनि आवृत्तियों से निपटने के लिये यह यंत्र एक संशोधन स्वतः (Automatic) कर लेता है। इस यंत्र द्वारा जहाज़ के चलने के साथ-साथ मैगनेटिक टेप में

आंकड़े एकत्र होते रहते हैं। बाद में इसके सहयोगी यंत्र **हाइड्रोमैप** द्वारा इस टेप को पढ़कर क्षेत्र के विस्तृत तलीय मानचित्र बनाते जाते हैं (चित्र 32)। इस यंत्र की क्षमता पानी की गहराई के दो गुने क्षैतिज तल को माप सकने की है। अर्थात् अगर पानी 50 मीटर गहरा है तो यह 100 मीटर क्षेत्र और अगर पानी 5 हज़ार मीटर गहरा है जो यह यंत्र 10 हज़ार मीटर क्षेत्र की संरचना एक बार में बता सकता है।

बहुधात्विक पिंडों के क्षेत्र में तलीय संरचना की जानकारी खनन प्रौद्योगिकी में महत्त्वपूर्ण है। हाइड्रोस्वीप की सहायता से हमारे वैज्ञानिकों ने समस्त **खनन-क्षेत्र** की तलीय संरचना 6 अभियानों को भेजकर प्राप्त कर ली है।

बहुधात्विक पिंडों की रासायनिक जाँच

बहुधात्विक पिंडों में प्रत्येक धातु का प्रतिशत अलग-अलग ज्ञात करने के लिए उनकी रासायनिक जॉच की जाती है। इन पिंडों की संरचना छिद्रमय होने के कारण लगभग 30% तक पानी इन छेदों में भर जाता है। अतः किसी भी तरह की रासायनिक जॉच के लिए इन्हें पहले हवा में अच्छी तरह सुखाते हैं तथा ऑवन (Oven) में 100–110° सेंटीग्रेट ताप पर लगभग 15 घंटे सुखाने के बाद रासायनिक जाँच के लिये प्रयोग करते हैं। पिडों में निकिल, कोबाल्ट की मात्रा बहुत कम होने के कारण इनकी रासायनिक जॉच में बहुत सावधानी की आवश्यकता होती है क्योंकि इसी जाँच द्वारा हम सम्पूर्ण खनन में कुल धातुओं का आकलन कर सकते हैं।

पाउडर को अम्लों में पूरी तरह घोलकर अतिसंवेदनशील यंत्रों जैसे— **एटामिक एबजार्बशन स्पैक्ट्रोफोटोमीटर** (A.A.S.) और **इन्ड्यूस्ड कपुल प्लाज़्मा-एटामिक ईमिशन स्पेक्ट्रोफोटोमीटर** (ICP-AES) (चित्र 33) द्वारा जाँच करते है। बगैर अम्ल में घोले पाउडर की सीधे ही **एक्स रे फ्लोरेसेन्स** (XRF) उपकरण द्वारा भी रासायनिक जॉच की जाती हैं।

5

खनिज सम्पदाओं का मूल्यांकन

खनन-क्षेत्र अंकित करने के लिये खनिज सम्पदाओं का मूल्यांकन (Evaluation) करना बहुत जरूरी है। इसके लिए सबसे पहले क्षेत्र का विस्तृत सर्वेक्षण करना होता है। बहुधात्विक पिंडों के संसाधन आकलन (Resource Evaluation) के लिए सर्वेक्षण द्वारा क्षेत्र में 3 बातों के आंकड़ों (Data) की आवश्यकता होती हैं :—

1. तलीय नमूने एकत्र करके पिंड का प्रति वर्ग मीटर में किलोग्राम भार (Weight of Nodules Kg/m^2—: Abundance)
2. इन पिंडों की रासायनिक जॉच द्वारा इनमें उपस्थित निकिल, कॉपर कोबाल्ट, व मैंगनीज़ का प्रतिशत (Chemistry of Trace Metals Grade)
3. तलीय संरचना (Bottom Topography or Bathymetry) की विस्तृत जानकारी।

वह क्षेत्र जहाँ पर ये धात्विक पिंड उपस्थित हैं **प्राइम एरिया** (Prime Area) कहलाता है। प्राइम एरिया में उपस्थित धात्विक पिंड आर्थिक रूप से महत्त्वपूर्ण हो भी सकते हैं और नहीं भी। इस प्राइम एरिया का केवल वह हिस्सा जहॉ पर उपस्थित पिंडों का आर्थिक लाभ की दृष्टि से खनन किया जा सके **रिज़र्व** (Reserve) कहलाता है। इसका मतलब यह है कि **प्राइम एरिया** का केवल कुछ अंश ही खनन-योग्य क्षेत्र हो सकता है। वास्तव में बहुधात्विक पिंडों को अभी भी **संभावित भंडार** (Potential Reserve) ही कहा जा सकता है। इनमें वह हिस्सा जिसका कुछ वर्षों के भीतर ही खनन किया

जा सकता है **अनुसीमान्त भंडार** (Paramarginal Deposits) कहलाता है। बाकी के भंडार को **उपसीमान्त भंडार** (Submarginal Deposit) कहते हैं। उपसीमान्त भंडार वर्तमान में तो आर्थिक दृष्टि से लाभकारी नहीं होते हैं। 25 या 30 वर्षों बाद कभी बढ़ती मांग के कारण धातुओं का कम प्रतिशत भी आर्थिक दृष्टि से लाभकारी बन सकता है। ऐसे में कुछ वर्षों बाद ये उपसीमांत भंडार ही अनुसीमान्त बन सकते हैं।

प्राइम एरिया का वह भाग जहाँ पर उपस्थित पिंडों का भार 5 किलोग्राम प्रतिवर्गमीटर ($5kg/m^2$) से अधिक हो तथा इनमे उपस्थित कोबाल्ट, निकिल एवं कॉपर की सम्मिलित मात्रा 2% से अधिक हो **खनन-क्षेत्र** हो सकता है। इसके अतिरिक्त क्षेत्र की **तलीय संरचना** (Bottom Topography) का समतल होना भी खनन-क्षेत्र अंकित करने में उतना ही अधिक महत्त्वपूर्ण है। समुद्र के पठारी क्षेत्रों में पिंडों का औसत भार अधिकांशतः बहुत अधिक होता है परन्तु इनकी ढलानें (Slope) बहुत अधिक ढालू (Steep) होने के कारण कभी-कभी लगभग 80% भाग खनन के योग्य नहीं होता। ऐसा ढालू क्षेत्र खनन संयंत्रों (Mining Equipment) को बहुत हानि पहुँचा सकता है। खनन हेतु सामान्यतः समतल मैदानों को प्राथमिकता दी जाती है जहाँ पर्वत, पठार एवं बड़े गड्ढ़े जैसी बाधाएँ न हों। भारतीय वैज्ञानिकों का अनुमान है कि तलीय संरचना में 150 मीटर से अधिक उतार-चढ़ाव वाले क्षेत्र में खनन संयंत्र लगाना संभव नहीं है और न ही उन क्षेत्रों में जहाँ पर ढाल का कोण 10° से अधिक हो।

उपर्युक्त बातों को ध्यान में रखते हुए राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान के वैज्ञानिकों ने सबसे पहले मध्य हिंद महासागर बेसिन (0°—30° दक्षिण अक्षांश एवं 70°—90° पूर्व देशांतर) को 1° के वर्ग में (लगभग 100 कि.मी.) विभाजित किया। प्रत्येक वर्ग में षटकोण (Hexagonal Pattern) पर 5–7 बूमेंरैग (जिनमें से 2 फोटोबूमेरैंग) द्वारा तलीय नमूने एकत्र किए। बेसिन के उत्तरी भाग में यह पिंड अनुपस्थित या बेहद कम, मध्य में अधिक और दक्षिण में सबसे अधिक अंकित किए गए। इन आंकड़ों के आधार, पर **प्राइम एरिया** या वह

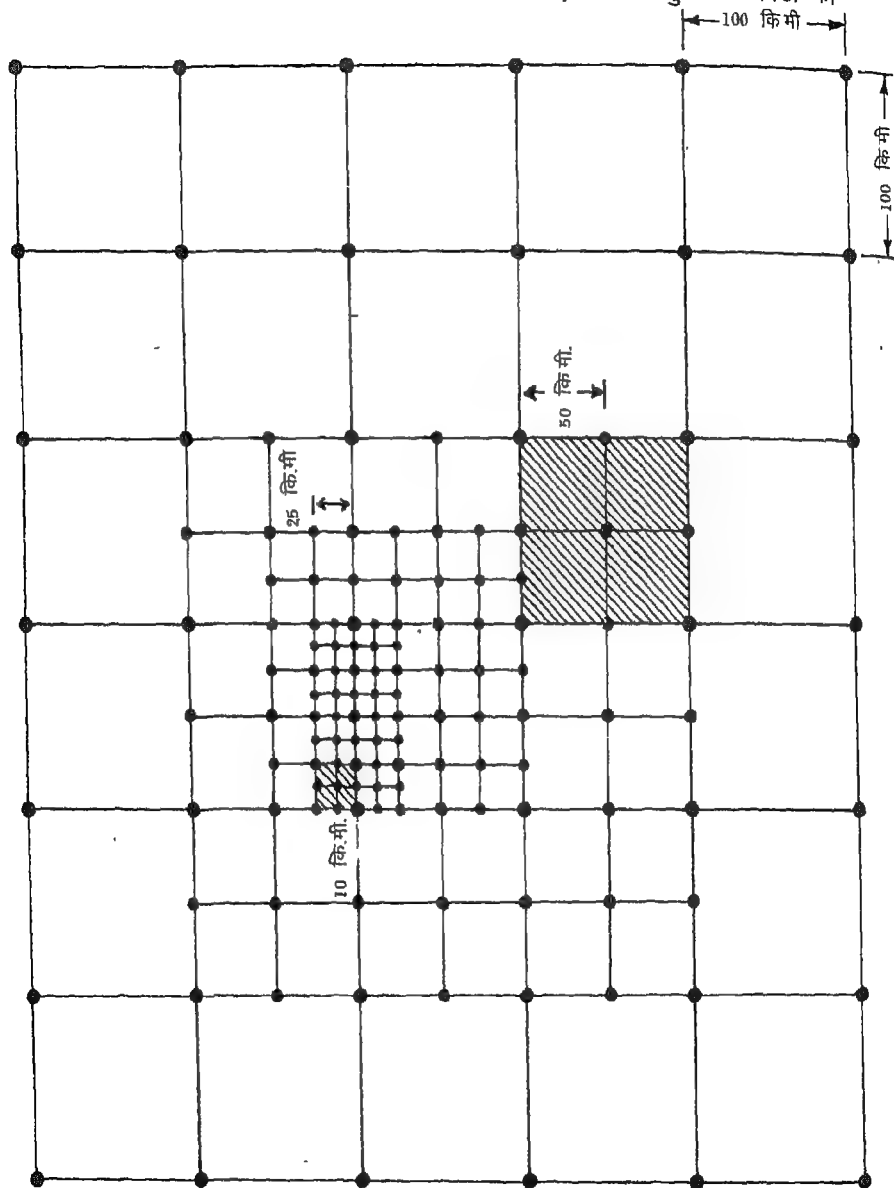
(10° से 20° दक्षिण अक्षांश के बीच) महत्त्वपूर्ण क्षेत्र अंकित कर लिया गया जिनमें ये पिंड उपस्थित थे।

द्वितीय चरण में सर्वेक्षण सिर्फ **प्राइम एरिया** में सीमित था। अब सर्वेक्षण की दूरी 1 वर्ग की जगह आधा वर्ग या लगभग 50 किलोमीटर घटाकर तलीय नमूने एकत्र किये गए। इन नमूनों या पिंडों को सुखाकर व पाउडर बनाकर भारत की कई क्षेत्रीय प्रयोगशालाओं के सहयोग से इसकी रासायनिक जाँच की गई। कम से कम 3 प्रयोगशालाओं द्वारा भेजे गए रासायनिक जॉच के परिणामों का औसत निकालकर वह क्षेत्र अंकित किया गया जहॉ पर निकिल, कोबाल्ट, व तांबा 2% से अधिक था।

तीसरे चरण में सर्वेक्षण की दूरी घटाकर 25 किलोमीटर व पुनः 10 किलोमीटर कर दी गई (चित्र 34)। स्टेशनों* के बीच की दूरी घटाने से इनके प्रति वर्ग किलोमीटर भार में हुए परिवर्तन काफी महत्त्वपूर्ण थे जबकि पिंडों में उपस्थित धातु की प्रतिशतता में कोई विशेष अंतर नहीं पाया गया। तात्पर्य यह है कि पिंडों का बिखराव बहुत छितरा हुआ (Patchy) था जबकि धातु की प्रतिशतता बहुत बडे क्षेत्र में लगभग वैसी ही पाई गई। कुछ स्थानों पर पिंडों की अधिकता का आभास होने पर धातुकर्म के लिये उस स्थान से ड्रेज द्वारा अधिक मात्रा में इन्हें एकत्र किया गया।

मार्च 1982 तक विभिन्न अन्तर्राष्ट्रीय अभियानों द्वारा मध्य हिंद महासागर के 56 लाख वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में से कुल 3 लाख वर्ग किलोमीटर क्षेत्र सर्वेक्षित किया गया था। इस 3 लाख वर्ग किलोमीटर क्षेत्र में मात्र 45 स्टेशनों पर आंकड़े उपलब्ध थे। भारतीय वैज्ञानिकों ने सतत् प्रयास करके 1986 के अंत तक 44 लाख किलोमीटर क्षेत्र का सर्वेक्षण पूरा कर लिया। इस समय तक इस क्षेत्र में 1400 स्टेशन (6,700 बूमेरैंग आपरेशन) एवं 3.5 लाख लाइन किलोमीटर गहराई संबंधी आंकड़े एकोसाउन्डर द्वारा एकत्र कर

---

*अक्षांश व देशांतर रेखाओं के बीच वह स्थान जहां से तलीय नमूने एकत्र किये जाते हैं।

चित्र 34 : सर्वेक्षण क्षेत्र · क्रमश घटती सर्वेक्षण की दूरियाँ।

लिये गए। इन आंकड़ों के आधार पर सांख्यिकी विधियों द्वारा गणना करके 3 लाख वर्ग किलोमीटर का क्षेत्र—**खनन-क्षेत्र** (Application Area or Mining Area) निर्धारित किया गया। इस क्षेत्र में खनन संबंधी निम्न तीनों शर्तें पूरी होती थीं :—

1. पिंडों का औसत भार 5 किलोग्राम प्रति वर्ग मीटर से अधिक था;
2. इनमें उपस्थित निकिल, कोबाल्ट व कॉपर की सम्मिलित मात्रा 2% से अधिक थी;
3. तलीय संरचना अपेक्षाकृत समतल थी।

बाद में (1990 से 1992 के बीच) हाइड्रोस्वीप द्वारा खनन क्षेत्र का अति विस्तृत तलीय सर्वेक्षण कर लिया गया।

खनन क्षेत्र में पिंडों के आकलन के लिए मुख्यतः तीन विधियों का प्रयोग किया जाता रहा है :—

1. ग्लोबल एस्टीमेशन विधि (Global Estimation Method);
2. प्राइम एरिया आकलन विधि (Prime Area Estimation Method); एवं
3. ग्रिड आकलन विधि (Grid Estimation Method)।

ग्लोबल एस्टीमेशन विधि इस कल्पना पर आधारित है कि उपलब्ध आंकड़ों के आधार पर ही संसार के सभी महासागरों में पिंडों का आकलन संभव है। प्राइम एरिया आकलन विधि में पूर्व ज्ञान, उपलब्ध आंकड़े एवं भू-विज्ञान के सिद्धांतों के आधार पर उन क्षेत्रों को ढूंढने का प्रयास किया जाता है जहाँ पर इन पिंडों का भार व धातु की मात्रा अधिक हो। इस विधि के अनुसार भू-वातावरण की जिन परिस्थितियों में समुद्र के एक क्षेत्र में ये पिंड प्राप्त होते हैं, वही परिस्थितियाँ अन्य क्षेत्रों में होने पर वहाँ भी ये मिलने चाहिए। इसी सिद्धांत का प्रयोग करते हुये मध्य हिंद महासागर को सर्वेक्षण हेतु प्राथमिकता दी गई थी। वहाँ पर भू-वातावरण की परिस्थितियाँ, जैसे—ऊपर से आती मिट्टी की नगण्य दर, अन्तर्जलीय धाराओं का प्रभाव एवं तलीय मिट्टी का प्रकार (Sediment Type) आदि उत्तरी प्रशांत महासागर के समान थीं, जहाँ पर यह पिंड बहुतायत से मिलते हैं।

ग्लोबल एस्टीमेशन एवं प्राइम एरिया एस्टीमेशन दोनों विधियाँ इस कल्पना पर आधारित हैं कि पिंडों का भार एवं इसमें उपस्थित धातुओं की मात्रा दोनों ही एक दूसरे पर निर्भर न होकर स्वतंत्र हैं। ग्रिड आकलन विधि में इस तरह की कोई भी कल्पना नहीं की जाती है बल्कि उपलब्ध आंकड़ों के आधार पर ही गणनाएँ की जाती हैं।

बूमेरैंग द्वारा एकत्रित भार एवं रासायनिक जाँच संबंधी आंकडों की कम्प्यूटर द्वारा कोरिलेशन (Correlation), वेरियोग्राम एवं क्रिगिंग (Krigging) आदि सांख्यिकी विधियों द्वारा गणनाएँ की गईं। समस्त प्राइम एरिया को चौथाई (1/4) डिग्री वर्ग के खण्डों में विभाजित करके प्रत्येक खण्ड में पिंडों का औसत भार (Abundance), धातु की कुल मात्रा (Grade) एवं कुल टनेज का आकलन किया गया। समस्त क्षेत्र (Area) को वहाँ पर उपस्थित पिंडों के भार से गुणा करके टनेज पता चल जाती है। इन आंकड़ों से शुष्क धातु की मात्रा पता करने के लिये टनेज को पुनः 0.7 से गुणा कर लेते हैं क्योंकि बहुधात्विक पिंडों में औसत 30% तक पानी होता है। वह सभी वर्गखण्ड जिनमें पिंडों के खननं संबंधी शर्तें पूरी होती थीं उन्हें खनन क्षेत्र के लिए चुना गया। **इंजीनियर्स इण्डिया लिमिटेड** के सहयोग से उपर्युक्त वर्णित सांख्यिकी विधियों द्वारा इन क्षेत्रों को कन्फर्म (Confirm) कर लिया गया।

समुद्री कानून की शर्त के अनुसार, आवंटित खनन क्षेत्र (1,50,000 वर्ग किलोमीटर) का 20% अर्थात् 30,000 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र पंजीकरण के कुछ वर्ष बाद छोड़ना है। इसका आशय यह होता है कि प्रथम खनन संयंत्र जिस क्षेत्र में लगाया जाए वह सबसे अच्छा हो। जिन खण्डों में पिंडों का भार व धातु की मात्रा अपेक्षाकृत कम तथा तलीय संरचना ज़्यादा ऊबड़-खाबड़ है उन खण्डों को जल्दी ही छोड़ने की बात सोची जा रही है। खनन क्षेत्र आवेदन करने की एक अच्छी बात यह है कि सभी क्षेत्र एक साथ होने जरूरी नहीं हैं। अतः समस्त प्राइम एरिया में से भारतीय खनन क्षेत्र दो भागों में चुना गया है।

6

मध्य हिंद महासागर और बहुधात्विक पिंड–मूलभूत अनुसंधान (Basic Research)

खनन किसी भी तरह के भण्डारों की अन्तिम प्रक्रिया है। इससे पहले इन भण्डारों के विषय में अनेक मूल तथ्यों की स्पष्ट जानकारी आवश्यक होती है। उदाहरण के लिये बहुधात्विक पिंडों को ही लें। समुद्रतल पर इन पिंडों का विस्तार, इसमें उपस्थित धातुओं की मात्रा व इनकी वृद्धि की दर जानना आवश्यक होता है। चूंकि तलीय संरचना अन्तर्जलीय धाराओं, तलछट की मिट्टी (Bottom Sediment) एवं पिंडों को प्रभावित करती है अतः इसके विषय में अनुसंधान की जरूरत होती है। खनन का पर्यावरण पर क्या प्रभाव पड़ेगा इससे संबंधित जानकारी भी पहले ही एकत्र कर लेना ज़रूरी है।

• बहुधात्विक पिंडों में उपरोक्त विषयों को लेकर **चैलेन्जर** द्वारा 1873–76 में हुई इनकी खोज के समय से ही शोध-कार्य जारी है। **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, गोवा** के वैज्ञानिकों ने इन पिंडों के हिंद महासागर में खनन-क्षेत्र तलाशने के साथ-साथ लगभग 10 वर्षों में अनेकों तथ्य खोजे हैं जिनका वर्णन हम यहाँ कर रहे हैं।

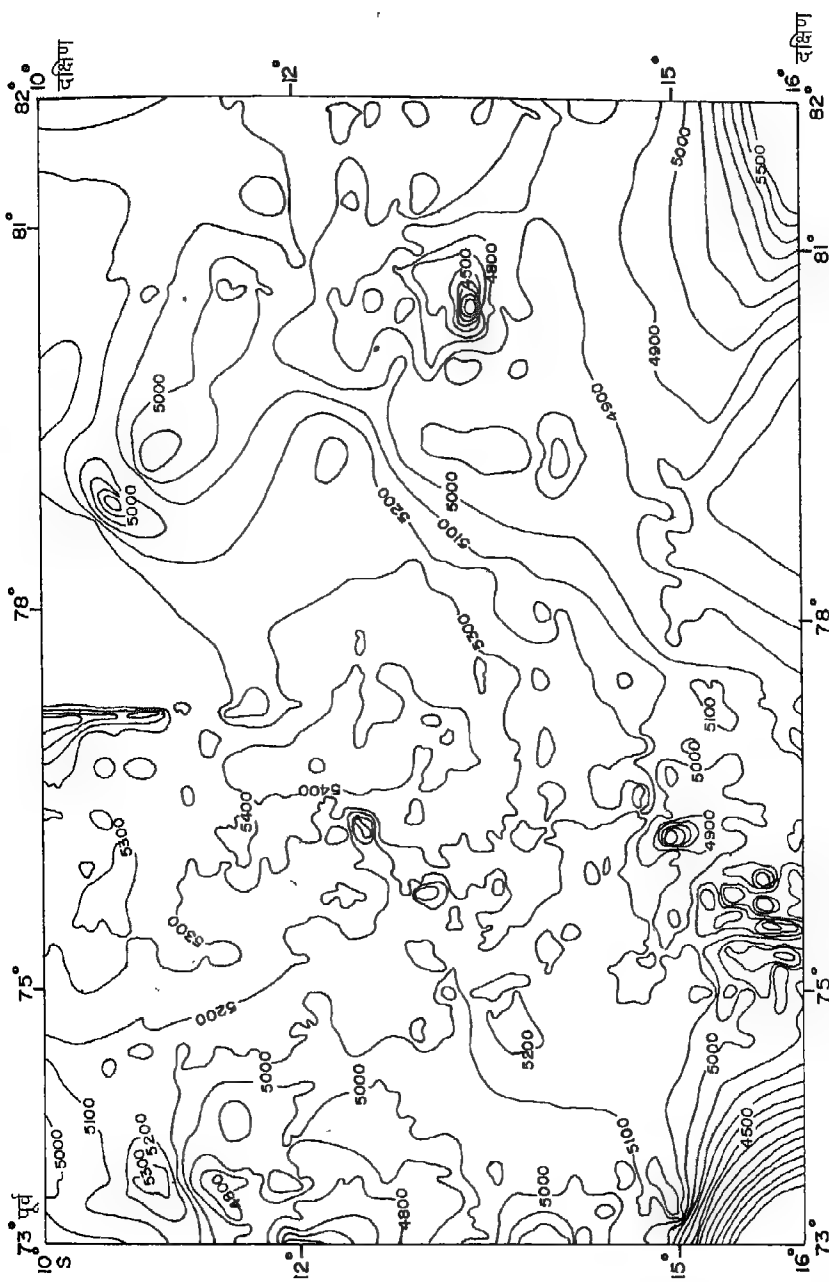
महासागर के हर क्षेत्र–जलमग्न पठारों की शिखाओं से लेकर समुद्री नदियों द्वारा समतल किये मैदानों तक में ये बहुधात्विक पिंड बहुतायत से मिलते हैं। वे पिंड जिनमें निकिल, कोबाल्ट व तांबे की मात्रा आर्थिक रूप से

महत्त्वपूर्ण है, अधिकांशतः समुद्र के बहुत गहरे एवं समतल क्षेत्रों में ही प्राप्त होते हैं। इन स्थानों पर भूमि से पहुँचने वाली मिट्टी की दर नगण्य होती है। अतः ये पिंड इन क्षेत्रों में निर्बाध रूप से विकसित होते हैं। हिंद महासागर का मध्य क्षेत्र (Central Indian Basin) इस दृष्टि से इनके विकास के लिए उपयुक्त है और वहाँ पर ये पिंड बहुतायत से मिलते हैं। आइए, अब हम थोड़ी सी जानकारी मध्य हिंद महासागर के बारे में भी कर लें।

मध्य हिंद महासागर बेसिन (Central Indian Ocean Basin)

अन्य सभी महासागरों की तुलना में सबसे जटिल (Complicated) संरचना वाले हिंद महासागर का मध्य भाग **मध्य हिंद महासागर बेसिन** कहलाता है। यह बेसिन मध्य भारतीय पर्वतमाला (Mid Indian Ridge) एवं 90° पूर्व पर्वतमाला (90° East Ridge) के बीच तथा दक्षिण में दक्षिण-पश्चिम भारतीय पर्वतमाला (South-West Indian Ridge) तक स्थित है। ऐसा समझा जाता है कि इस बेसिन की उत्पत्ति गंगा एवं ब्रह्मपुत्र नदियों द्वारा लाई गई मिट्टी को सघन समुद्री धाराओं (Turbidity Currents) द्वारा दक्षिण तक फैला देने के कारण हुई है।

एक पुंजीय एकोसाउन्डर द्वारा मध्य हिंद महासागर में लगभग 4,24,000 लाइन किलोमीटर आंकड़े एकत्र किये गये हैं। इन आंकड़ों का विस्तृत अध्ययन इस क्षेत्र में कई नयी जलमग्न पर्वत श्रृंखलाएँ, ट्रांसफार्म फाल्ट (Transform Fault) और फ्रैक्चर ज़ोन्स (Fracture Zones) दर्शाता है।

लगभग 15 समुद्री मील के अंतराल पर सर्वेक्षण किये गए इन आंकड़ों से पता चलता है कि यह क्षेत्र पूर्व एवं पश्चिम की ओर कम गहरा है क्योंकि यहाँ पर कई पठार हैं। पूर्व एवं पश्चिम के पठारों के बीच में अधिकांशतः समतल मैदान हैं। इस क्षेत्र की औसत गहराई 5100 मीटर है (चित्र 35)। बेसिन की पश्चिमी दिशा में यह गहराई कम है जो क्रमशः पूर्व की ओर बढ़ती जाती है। इस क्षेत्र में अनेक पठार और समुद्री पहाड़ियाँ देखी जा

चित्र 35 : मध्य हिंद महासागर : आवेदन क्षेत्र के आस-पास की तलीय सरचना (एक पुंजमापी एकोसाउन्डर द्वारा एकत्रित आकडो के आधार पर) (चित्रः *कोडागली*)

सकती हैं। इनमें से 90% संरचनाओं का झुकाव कोण (Slope Angle) 0—3° है। क्षेत्र की सबसे कम गहराई 2,900 मीटर व पठारों की अधिकतम ऊँचाई 1,500 मीटर है। सम्पूर्ण क्षेत्र में लगभग 39 शंक्वाकार (Conical) पठार हैं जो अधिकांशतः फ्रैक्चर जोन के आस पास फैले हुए हैं।

हाइड्रोस्वीप द्वारा इन सभी संरचनाओं का पुनः अध्ययन करने पर अनेकों नये पठार व फ्रैक्चर ज़ोन देखने को मिले हैं। इन पठारों में से अधिकतर पठारों का झुकाव कोण 35° तक मिलता है। इन संरचनाओं की जानकारी खनन्-यंत्रों के विकास में बहुत सहायक होती है। यद्यपि सम्पूर्ण खनन-क्षेत्र का हाइड्रोस्वीप द्वारा सर्वेक्षण पूरा कर लिया गया है, तथापि इन्हें प्रकाशित होने में थोड़ा समय लगने की आशा है।

गंगा, ब्रह्मपुत्र आदि नदियाँ लगभग 1670 लाख टन मिट्टी प्रति वर्ष बंगाल की खाडी में बहाकर ले आती हैं। मध्य हिंद महासागर में 9° – 17° दक्षिण अक्षांश क्षेत्र में बहुधात्विक पिंड बहुतायत से प्राप्त होते हैं। इस क्षेत्र की मिट्टी में एक विशेष प्रकार के सूक्ष्म जन्तु **रेडियोलेरिया** एवं सूक्ष्म पौधे **डायाटम** की संख्या बहुत अधिक होती है। इसलिए यह मिट्टी रेडियोलेरियन एवं डायाटम ऊज़ कहलाती है। मिट्टी में कार्बनिक पदार्थों की मात्रा 30% से अधिक होने पर इसे ऊज़ (Ooze) कहते हैं तथा 30% से कम होने पर क्ले (Clay) कहते हैं। 17° अक्षांश से दक्षिण की ओर मिट्टी **रेड पिलैजिक क्ले** (Red Pelagic Clay) कहलाती है। बेसिन के पश्चिम की ओर अपेक्षाकृत कम गहरे स्थानों में कहीं-कहीं पर कैल्शियम का प्रभाव (Calcareous Ooze) देखने को मिलता है। 4600 मीटर गहराई तक पहुँचते-पहुँचते सारा कैल्शियम पानी में घुल जाता है। इस गहराई को **कार्बोनेट प्रतिपूर्ति गहराई** (Carbonate Compensation Depth) कहते हैं, जिसके नीचे पाए जाने वाले पिंडों में आर्थिक रूप से महत्त्वपूर्ण धातुओं (निकिल, कोबाल्ट, तांबा व मैंगनीज़) की मात्रा प्रायः अधिक होती है। ये पिंड सामान्यतः उपर्युक्त चारों ही प्रकार की मिट्टी वाले क्षेत्रों में मिलते हैं। वह क्षेत्र जहाँ पर मिट्टी जमा होने की दर (Sedimentation Rate) नगण्य होती है वहाँ पर ये निर्बाध रूप से विकसित होते हैं।

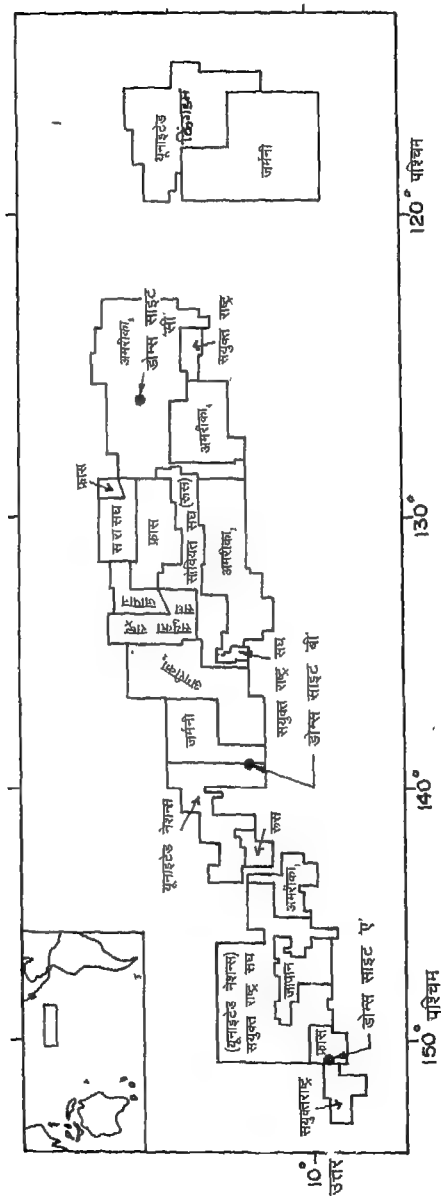
मध्य हिंद महासागर की संरचना समझने के बाद अब बारी है बहुधात्विक पिंडों के बारे में कुछ मूल बातों की जानकारी प्राप्त करने की। जैसे इनका विस्तार, रंग, आकार आदि, जिनका वर्णन नीचे दिया जा रहा है।

विस्तार

मध्य हिंद महासागर में बूमेरैंग ग्रैब द्वारा एकत्र किये गए विस्तृत आंकड़ों से पता चलता है कि इस क्षेत्र में कहीं पर बहुधात्विक पिंड 1 किलोग्राम प्रति वर्ग मीटर से भी कम हैं तो कुछ मीटर की ही दूरी पर 25 किलोग्राम प्रति वर्ग मीटर से भी अधिक। सर्वेक्षण की दूरियाँ 10 किलोमीटर के अंतराल तक कम करने पर स्पष्ट हुआ है कि सैकडों किलोमीटर का क्षेत्र ऐसा भी है जहाँ पर इन पिंडों का विस्तार 5 किलोग्राम प्रति वर्ग मीटर या इससे अधिक है। मध्य हिंद महासागर की मैदानी घाटियों में इनका औसत भार (6.94 किलोग्राम प्रति वर्ग मीटर) पठारों एवं उनकी ढालों पर इनके औसत भार (2. 89 किलोग्राम प्रति-वर्ग मीटर) की अपेक्षा काफी अधिक पाया गया। बूमेरैंग ग्रैब द्वारा निकाले गए इन पिंडों का औसत भार समतल मैदानों में सबसे कम देखा गया। इसके विपरीत समतल मैदानों के पिंडों में निकिल, और तांबे की मात्रा सबसे अधिक तथा समुद्री घाटियों में सबसे कम पाई गई।

प्रशान्त महासागर के उत्तरी भाग में ये पिंड प्रति वर्ग मीटर क्षेत्र में लगभग 10 किलोग्राम या इससे अधिक मात्रा में मिलते हैं। अमरीका के केन्द्रीय भाग के समीप समुद्रतल से लेकर **मैरियाना खाई** (Mariana Trench) की दीवार के पास तक, पूर्व से पश्चिम की ओर जाती **क्लियरन-क्लिपरटन पट्टी** (Clarian-Clipperton Zone) में इन पिंडों का महत्त्वपूर्ण सघन विस्तार है। विकसित राष्ट्रों की अनेकों बहुराष्ट्रीय कम्पनियों ने इस पट्टी में खनन-क्षेत्र के अधिकार की मांग की है (चित्र 36)।

आकार (Size)

ये पिंड अति सूक्ष्म (Microscopic) आकार से लेकर 10 सेमी. से अधिक

चित्र 36 : उत्तरी प्रशांत महासागर के क्लियरन–क्लिपरटन क्षेत्र में बहुराष्ट्रीय खनन क्षेत्र।

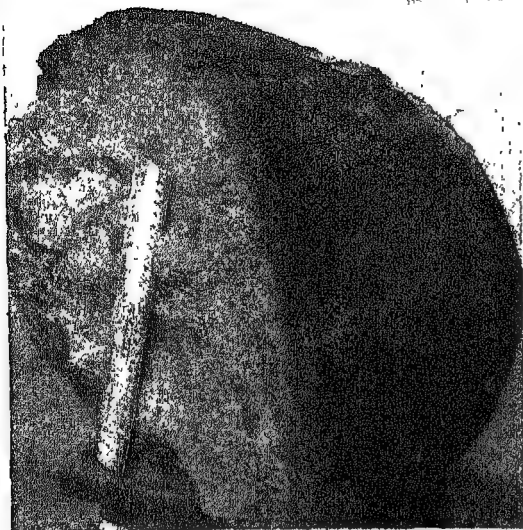
आकार में पाये जाते हैं। ऐसा संदर्भ है कि **चैलेन्जर** अभियान के समय 850 ग्राम भार वाला पिंड **फिलीपीन्स** द्वीप से लगभग 500 किलोमीटर पहले एक टेलीफोन के तार में लिपटा हुआ मिला था। इस पिंड को अध्ययन के बाद पुनः समुद्र में डाल दिया गया था।

मध्य हिंद महासागर में एकत्रित पिंडों का औसत आकार 2 से 6 सेंमी. के बीच ही मिलता है।

केन्द्रक (Nucleus)

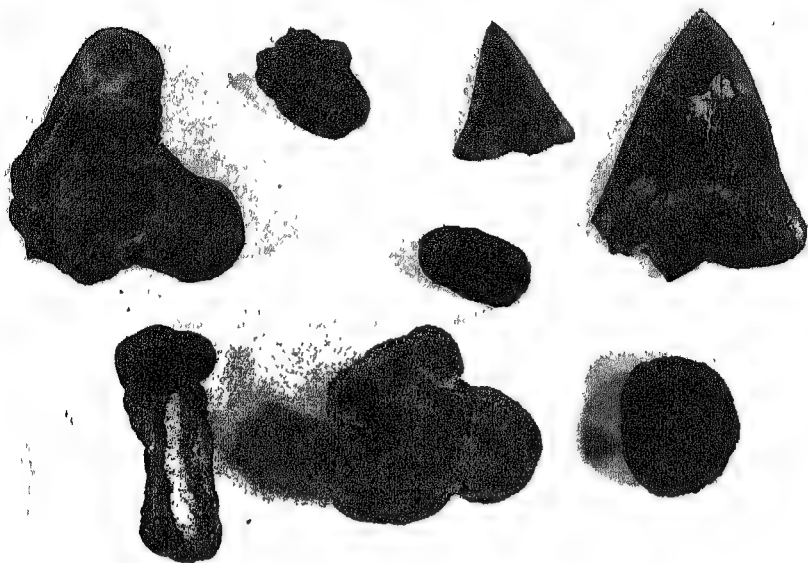
इन पिंडों का निर्माण आरम्भ होने के लिए इन्हें एक केन्द्रक के सहारे की जरूरत होती है जिनके ऊपर ये बनना शुरू करते हैं। ये केन्द्रक समुद्रतल पर पड़ी कोई भी वस्तु हो सकते हैं। जैसे—पुराने पिंडों के ही टूटे हुए टुकड़े या शार्क मछली के दाँत, ज्वालामुखी द्वारा छितराए **प्यूमिस** (Pumice) चट्टान के टुकड़े, फास्फोराइट, सिलिका या कोई भी पत्थर केन्द्रक बन सकता है। चैलेन्जर अभियान के समय वैज्ञानिकों ने इन्हें 4 इंच लम्बे जीवाश्म हुई शार्क मछली के दाँत के ऊपर बनते प्राप्त किया था। भारतीय वैज्ञानिकों ने भी **मिंक व्हेल** के कान की हड्डी के टुकड़े के चारों ओर इन्हें बनते पाया। अन्तर्जलीय धाराएँ इन केन्द्रकों का इधर-उधर विस्थापन करती रहती हैं। इन केन्द्रकों के ऊपर सामान्यतः 2 से 4 सेंटीमीटर धात्विक हाइड्रॉक्साइड की तह जमकर कालांतर में इन्हें पिंड बना देती है। अक्सर बहुत बड़े केन्द्रक पर जमी कुछ मिलीमीटर पतली हाइड्रॉक्साइड की तह मिलती है। इस तरह की संरचनाओं को **बहुधात्विक क्रस्ट** (चित्र 37) की संज्ञा दी गई है।

आकृति (Shape)

टेढ़े-मेढ़े ये पिंड कई आकृतियों में मिलते हैं तथा इनकी सतह चिकनी या खुरदरी होती है। इनकी आकृति, आकार व संरचना (Composition), केन्द्रक एवं तलीय मिट्टी पर बहुत कुछ निर्भर करती है। आकार बनाने में अन्तर्जलीय धाराओं का भी योगदान रहता है जिनके प्रभाव से कभी-कभी ये तोप के गोले

चित्र 37 : बडी चट्टान जैसे केन्द्रक पर जमीं पतली धात्विक पर्तों के कारण इन्हे क्रस्ट नाम दिया गया।

जैसे एकदम चिकने एवं गोल हो जाते है। कभी इनकी सतह बिल्कुल खुरदरी मिलती है। इनकी आकृतियों की तुलना लोगों ने प्याज़, आलू, बंदगोभी व बन्दूक की गोली से की है। लम्बाकार, गोल, चपटी, कैप्सूल (Capsule) की जैसी अनेकों आकृतियाँ संसार में महासागरों में अलग-अलग या सम्मिलित रूप में मिलती हैं (चित्र 38)। केन्द्रक की आकृति ग्रहण करने के कारण कभी-कभी ये शार्क के दाँत की तरह भी दिखने लगते हैं। मध्य हिंद महासागर में जहाजों द्वारा फेंकी वस्तुओं जैसे—दियासलाई की तीली व पिन के चारों ओर भी इन्हें बनते देखा गया है। इससे यह सिद्ध होता है कि ये पिंड अभी भी बन रहे हैं और किसी भी केन्द्रक पर बन सकते हैं। इस क्षेत्र में अब तक एक दर्जन से अधिक आकृतियों वाले पिंड प्राप्त हुए हैं।

रंग एवं धातु-मात्रा (Colour and Metal Content)

मध्य हिंद महासागर में पाए जाने वाले पिंड गहरे भूरे-काले (Dark Brown) या काले (Black) रंग के होते हैं। इनका रंग इनमें उपस्थित लोहे

चित्र 38 : बहुधात्विक पिंड : आकार व आकृतियाँ दाया कोना **(ऊपर)** शार्क के दाँतो पर जमती धात्विक पर्तें। बाया कोना **(नीचे)** अनुप्रस्थ काट मे दर्शित मिट्टी का केन्द्रक।

या मैंगनीज की मात्रा का सूचक है। इनमें लगभग 30 धातुओं की उपस्थिति पाई गई है परन्तु लोहा या मैंगनीज का प्रतिशत सबसे अधिक होता है (तालिका 6.1)। अन्य धातुएँ जिनका प्रतिशत अपेक्षाकृत कम होता है वे इन्हीं दो मुख्य धातुओं जैसा व्यवहार करती हैं। अर्थात् सामान्यतः जिन पिंडों में लौह तत्व की अधिकता है उनमें कोबाल्ट की मात्रा भी अधिक होती है। इन पिंडों में मैंगनीज़ व तांबा अपेक्षाकृत कम होगा और इन पिंडों का रंग गहरा भूरा-काला होगा। दूसरी ओर वे पिंड जिनमें मैंगनीज़ की अधिकता होती है काले रग के होते हैं। इन पिंडों में निकिल और तांबे की मात्रा की अधिकता तथा कोबाल्ट एवं लोहे की मात्रा कम होती है। मैगनीज, निकिल और तांबे की अधिकता वाले पिंड **रेडियोलेरियन-डायाटम ऊज़** में मिलते हैं तथा लौह खनिज की मात्रा **रेड पिलैजिक क्ले** में अधिक प्राप्त हुई है।

तालिका 6.1

मध्य हिंद महासागर में धात्विक पिंडों की औसत धातुमात्रा

तत्व	*न्यूनतम%*	*अधिकतम%*
मैंगनीज़	16 42	32.83
लोहा	4.19	16 58
तांबा	0.28	1.64
निकिल	0.35	1.41
कोबाल्ट	0.07	0.18
निकिल+तांबा+कोबाल्ट	0.82	3.69
मैंगनीज़/लोहा अनुपात	1.12	6.24
तांबा + निकिल	0.67	2.94
आर्द्रता	6.72	20 21

(स्रोतः *वालसंगकर आदि*)

इन पिंडों की सतह बहुत छिद्रमय (Porous) होती है जिसके कारण इनमें पिंडों के कुल भार का 30% तक पानी समा सकता है। मध्य हिंद महासागर के पिंडों में समाहित निकिल, कोबाल्ट एवं तांबे की प्रतिशत मात्रा किन्हीं क्षेत्रों में बहुत कम (0.82%) तो कहीं पर बहुत अधिक (3.70%) तक है। (तालिका 6.1)। इन पिंडों की तुलना, धातुमात्रा में उत्तरी पूर्व प्रशान्त महासागर से की जा सकती है (तालिका 6.2) जहाँ पर अनेकों बहुराष्ट्रीय कम्पनियों ने खनन हेतु आवेदन किये हैं।

तालिका 6.2

मध्य हिंद महासागर व उत्तरपूर्व प्रशान्त महासागर से प्राप्त पिंडों में औसत धातुमात्रा

तत्व	आकार							उत्तर पूर्व भूमध्य प्रशान्त महासागर
	2 सेमी. से कम	2 से 4 सेमी.	4 से 6 सेमी.	6 से 8 सेमी.	8 से 10 सेमी.	10 सेमी. से ऊपर	कुल	
आर्द्रता	11.33	11.77	12.49	14.39	15.30	15.64	12.65	—
मैंगनीज%	29 08	28.26	27.19	23 86	20.89	22 55	26.83	22.40
लोहा%	6.69	7.44	8 09	9.08	11.63	10.45	8 06	8.10
तांबा%	1.39	1.24	1.14	0.83	0.59	0.62	1.12	1.02
निकिल%	1.23	1.13	1.04	0.80	0.60	0.69	1.03	1.16
कोबाल्ट%	0.11	0.12	0.11	0.12	0.14	0.14	0.12	0 25
कोबाल्ट +निकिल+तांबा%	2.77	2.49	2.29	1.14	1.32	1.47	2.28	2.43
मैंगनीज/लोहा अनुपात	4.48	3.98	3.60	2.77	1.92	2.23	3.63	2.76
तांबा + निकिल%	2.62	2.37	2.18	1.63	1 19	1 20	2.15	2.18

(स्रोत : वालसंगकर आदि)

निर्माण (Genesis)

तलीय मिट्टी का इन पिंडों के निर्माण में महत्त्वपूर्ण योगदान रहता है। उदाहरणस्वरूप **रेडियोलेरियन ऊज़ मिट्टी** में रहने वाले सूक्ष्म रेडियोलेरिया मरने के बाद डूबना शुरू कर देते हैं। तल पर पहुँचने के बाद वहाँ के पानी के सम्पर्क से इनका विघटन (Decomposition) प्रारम्भ हो जाता है। इनके जैविक खोल (Shells) तांबा, निकिल, जैवीय सिलिका (Biogenic Silica) जैसे तत्वों से बने होते हैं। विघटन के बाद ये तत्व (Element) तलीय मिट्टी के छिद्रों (Pores) में अपनी स्वतंत्र अवस्था में आ जाते हैं। इससे मिट्टी के संपर्क वाले पानी में इन धातुओं का परिमाण (Metal Flux) अधिक हो जाता है। यह स्थिति तब तक बनी रहती है जब तक इस वातावरण में रासायनिक परिवर्तन (Eh व Ph में) होते हैं। इससे स्थल पर उपलब्ध किसी वस्तु को केन्द्रक बनाकर ये स्वतत्र तत्व उसके ऊपर जमना प्रारम्भ कर देते हैं। यह चक्र लगातार चलता रहता है और पिंडों का पर्त-दर-पर्त (Layer-by-Layer) बढ़ना जारी रहता है। इनकी विकास की दर (Rate) बहुत धीमी—लगभग 1–3 मिलीमीटर प्रति दस लाख वर्ष (Million Year) होती है। इनकी अनुप्रस्थ काट (Transverse Section) की अन्दरूनी सतह (Internal Structures) को पॉलिश करके बिल्कुल चिकना बनाकर सूक्ष्मदर्शी यंत्र (Microscope) द्वारा देखने पर ये पर्तें स्पष्ट दिखाई देती हैं।

लाल मिट्टी में प्राप्त पिंडों में धातु-तत्व, समुद्र के पानी से सीधे केन्द्रक पर जमा होने लगते हैं। समुद्री पानी के लगातार संपर्क में रहने के कारण इनकी ऊपरी सतह भी चिकनी हो जाती है। रेडियोलेरियन ऊज़ के संपर्क में बने पिंड खुरदरी सतहवाले तथा निकिल, तांबा व मैंगनीज़ की अधिकता वाले होते हैं। इसका कारण इस ऊज़ के बड़े छिद्र (10°—30° अंगस्ट्रम) कहे जा सकते हैं जिनसे निकलकर धातुएँ जमा होती हैं। ऐसा समझा जाता है कि पिंडों में उपस्थित धातुओं का नियंत्रण साधारणतया इनमें उपस्थित मुख्य खनिजों (Minerals) टोडोरोकाइट, बिरनेसाइट, बेसेराइट एवं वरनेडाइट द्वारा होता है। उदाहरण के लिए मैंगनीज़ खनिज (Manganese Mineral) टोडोरोकाइट

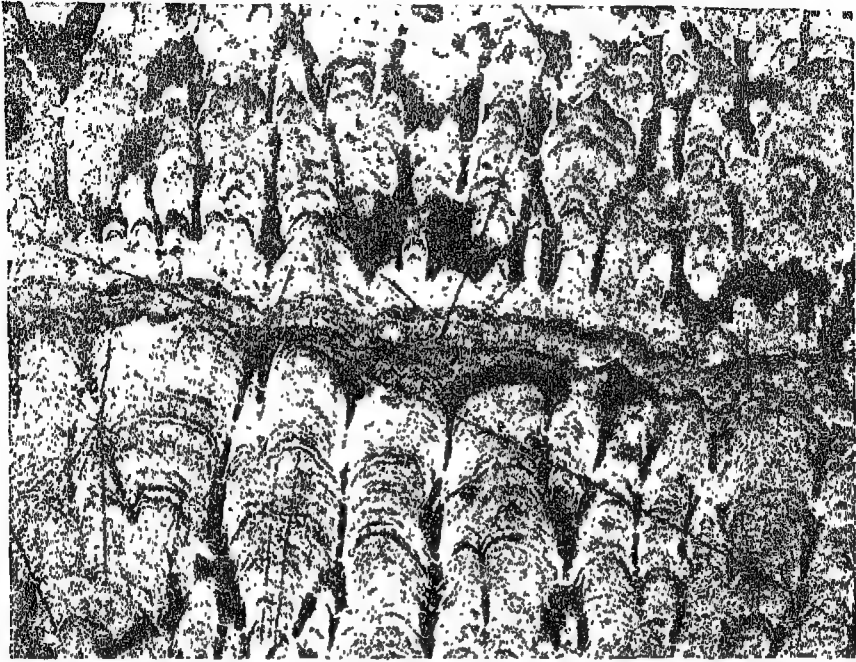
की क्रिस्टल संरचना (Crystal Structure) ऐसी होती है जो अपनी तहों के बीच निकिल, तांबा व जिंक आदि तत्वों के आयनों (Ions) को अपने में आसानी से समाहित कर लेती है। इससे टोडोरोकाइट की उपस्थिति के कारण मैंगनीज़ की अधिकता वाले पिंडों में ये अन्य तत्व भी बढ़ जाते हैं। इन खनिज़ों का निर्माण तलीय मिट्टी पर निर्भर करता है।

वास्तव में पिंडों का चिकना या खुरदरापन, उनमें समाहित धातुमात्रा, उनका विशेष आकृति लेना आदि एक जटिल व संतुलित रासायनिक अभिक्रिया दर्शाते हैं। मैंगनीज़ व लौह तत्वों का अनुपात (Ratio), इन पिंडों के निर्माण की सामान्य परिस्थिति की सूचना दे सकता है। मध्य हिंद महासागर में यह अनुपात 0.96 से 8.76 तक मिला है। वैज्ञानिकों ने परिणाम निकाला है कि 2.5 या इससे कम अनुपात वाले पिंड सामान्यतः समुद्री पानी के संपर्क में आने से बनते हैं तथा 5 से अधिक अनुपात वाले पिंड तल की मिट्टी द्वारा धातु समाहित (Incorporation) होने का परिणाम है। 2.5 से अधिक और 5 से कम के बीच अनुपात वाले सभी पिंड इन दोनो क्रियाओं का मिश्रण दर्शाते हैं। अर्थात् इन पिंडों का आधा भाग तलीय मिट्टी से प्राप्त हुई धातुओं के कारण तथा आधा भाग समुद्री पानी से संपर्क के कारण बनता है।

धातु स्रोत (Metal Source)

प्रश्न उठता है कि महासागरों में ये धातुएँ कहाँ से आ जाती हैं? अन्तर्जलीय ज्वालामुखी द्वारा बिखराए पदार्थ में ये धातुएँ प्रचुर मात्रा में होती हैं। इसके अतिरिक्त अन्तरिक्ष से टूटकर समुद्र में गिरी उल्काओं द्वारा, नदियों एवं हवा द्वारा महाद्वीपों (Continents) से क्षरण (Erosion) कर लाई मिट्टी भी धातुओं के स्रोत हैं। समुद्री जीवों के विघटन से भी बहुत सी धातुएँ प्राप्त होती हैं।

अन्य निर्माण विधि—एक प्रश्न

विश्व के सभी महासागरों में उपरोक्त प्रक्रियाओं द्वारा पिंडों का विकास होता है। कुछ वैज्ञानिक इनकी उत्पत्ति अति सूक्ष्म जीव—बैक्टीरिया द्वारा भी मानते हैं।

चित्र 39 : पिड की अनुप्रस्थ काट का पॉलिश किया स्कैनिंग इलैक्ट्रान माइक्रोस्कोप द्वारा लिया गया चित्र।

माइक्रोस्कोप से पिंडों की आन्तरिक संरचना का अध्ययन करने पर इनमें कई तरह की परतें दिखाई देती हैं :

1. केन्द्रक के चारों ओर एक दूसरे के समानान्तर चलती परतें;
2. किसी अदृश्य बिंदु पर छोटे-छोटे कॉलम बनाकर बढ़ती हुई; एवं
3. छोटे-छोटे गोल चकत्तों के रूप में।

गहरी और हल्की होती क्रमिक लकीरों जैसी ये परतें मैंगनीज़ और लौह तत्वों की बनी होती हैं। ये परतें समुद्री वातावरण में हुए सूक्ष्म रासायनिक परिवर्तनों का परिणाम हैं।

ज़मीन पर पायी जाने वाली एक विशेष प्रकार की संरचना—**स्ट्रोमैटोलाइट्स** (Stromatolites) से पिंडों की अंदरूनी संरचना (चित्र 39) बहुत मिलती जुलती है। स्ट्रोमैटोलाइट्स की उत्पत्ति जैवीय होती है एवं इनकी अनुप्रस्थ

काट में भी ऐसी ही परतें दिखाई देती हैं। अतः पिंडों की संरचना की स्ट्रोमैटोलाइट्स से समानता इनकी जैवीय उत्पत्ति का आभास देती है। स्ट्रोमैटोलाइट्स एक विशेष प्रकार के काई जैसे पौधे एल्गी (Algae) के बढ़ने से बनते हैं। ये छोटे-छोटे पौधे बढ़ते समय अपने आसपास के कणों जैसे फास्फोराइट व अन्य तत्वों को अपने तन्तुओं में बांधकर एक के ऊपर एक करके बढते जाते हैं। कालांतर में ये तन्तु बिल्कुल सड-गल कर अवशेष मात्र रह जाते हैं। जबकि तन्तुओं में बंधे कण उसी आकार में रहकर जीवाश्म (Fossil) बन जाते हैं। ये संरचनाएँ कई विशुद्ध धातुओं जैसे फास्फोराइट का भंडार होती हैं। इन पौधों (एल्गी) को प्रकाश संश्लेषण क्रिया द्वारा भोजन बनाने के लिए सूर्य के प्रकाश की आवश्यकता होती है। समुद्र की गहराई तक प्रकाश पहुँचने की कोई संभावना न होने के कारण पिंडों की पौधों द्वारा उत्पत्ति को पूर्णतया नजर अंदाज कर दिया गया है।

कुछ वैज्ञानिकों का विचार है कि स्ट्रोमैटोलाइट्स जैसी पिंडों की यह उत्पत्ति संभवतः बैक्टीरिया (जो हर तरह के वातावरण में जीवित रह सकते हैं) द्वारा हुई है। इन जीवाणुओं का एक ग्रुप—**लिथोट्रॉपिक बैक्टीरिया** प्रकाश की जगह रासायनिक ऊर्जा का उपयोग कर भोजन बनाते हैं। वातावरण के उन क्षेत्रों में जहाँ सूर्य का प्रकाश पहुँचना कठिन होता है, इन जीवाणुओं का महत्व बेहद बढ़ जाता है। सागर के जलतापीय खनिज भंडार (Hydrothermal Deposit) वाले क्षेत्र में जहाँ ऑक्सीजन या प्रकाश की उपस्थिति असंभव तथा पानी का ताप एवं दाब बहुत अधिक है वहाँ पर सीपी, ट्यूबीलेरियन वर्म आदि बड़े जीव प्राप्त हुए हैं। इनकी इस अचम्भित कर देने वाली उपस्थिति का कारण यही लिथोट्रॉपिक बैक्टीरिया हैं जो इन बड़े जीवों के लिये भोजन निर्माण करते हैं।

हालांकि पिछले सौ से अधिक वर्षों से इन पिंडों पर हो रहे अनुसंधान, केवल कुछ अपवादों को छोड़कर इन पिंडों की उपस्थिति रासायनिक ही मानते हैं। इनकी अंदरूनी संरचनाओं की विशेषाकृति इन पिंडों की जैवीय उत्पत्ति पर कुछ और अध्ययन की मांग करती है।

7

उत्खनन प्रौद्योगिकी–कुछ प्रचलित पद्धतियाँ

औसत 5000 मीटर पानी के नीचे **खनन-क्षेत्र** अंकित कर लेने के बाद प्रश्न उठता है कि बहुधात्विक पिंडों का खनन कैसे किया जाये? अथाह गहराइयों तले पानी का दबाव भी भीषण होता है। ऐसे में बहुधात्विक पिंडों का खनन एक ओर संदेह पैदा करता है, वहीं दूसरी ओर समुद्र तल पर बिखरे ये असीम खनिज भण्डार वर्षों तक उपयोग के लिये मानव को आकर्षित करते है। लाल सागर (Red Sea) की गहराइयों से हाइड्रोथर्मल खनिजों का खनन शुरू हो चुका है। इन खनिजों को खनित कर सकने की प्रणाली का विकास गहरे समुद्र में खनन प्रक्रिया की सफलता का द्योतक है। भारत में **खनन प्रौद्योगिकी** (Mining Technology) विकसित करने की प्रणाली पर अभी विचार ही किया जा रहा है जबकि अन्य देशों में बहुधात्विक पिंडों के खनन संबंधी अनेकों पद्धतियों के पेटेन्ट पंजीकृत किये जा चुके हैं। यर्थाथवादी दृष्टिकोण से जिन पद्धतियों का प्रचलन अधिक है वे 3 मूलभूत सिद्धांतों पर आधारित हैं :–

1. *हाइड्रोलिक या एअर लिफ्ट पद्धति (Hydraulic or Air Lift System) :* पिंडों को ड्रेज की तरह के संग्रहकर्त्ता यंत्र द्वारा एकत्र करके मोटे पाइपों द्वारा वैक्यूम क्लीनर की तरह खींचकर उन्हें जलयान पर लाना।
2. *कन्टीनुअस लाइन बकेट पद्धति (Continuous Line Bucket System) :*

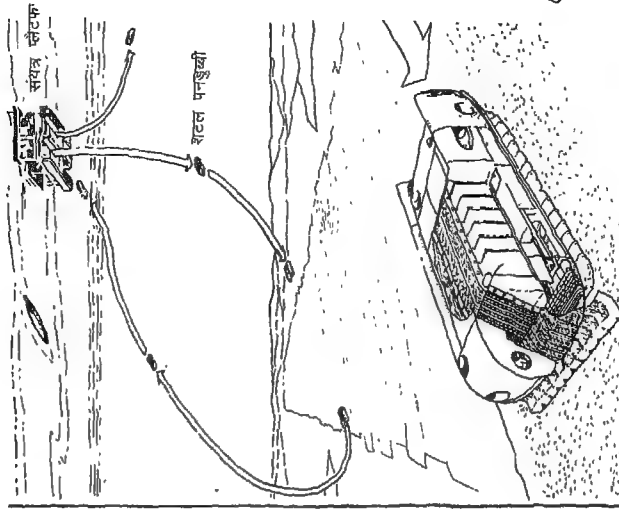
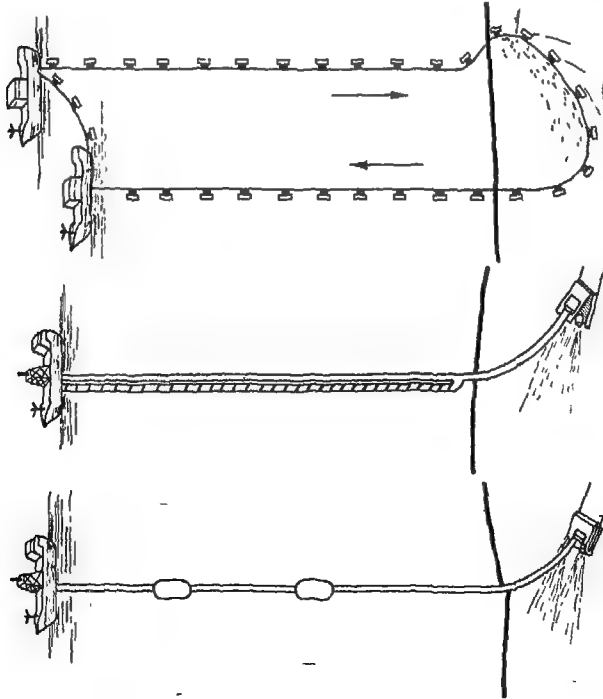
एक के बाद एक जुडी कई ड्रेज बाल्टियों (रहट की तरह) द्वारा खोदकर जहाज़ पर लाना।

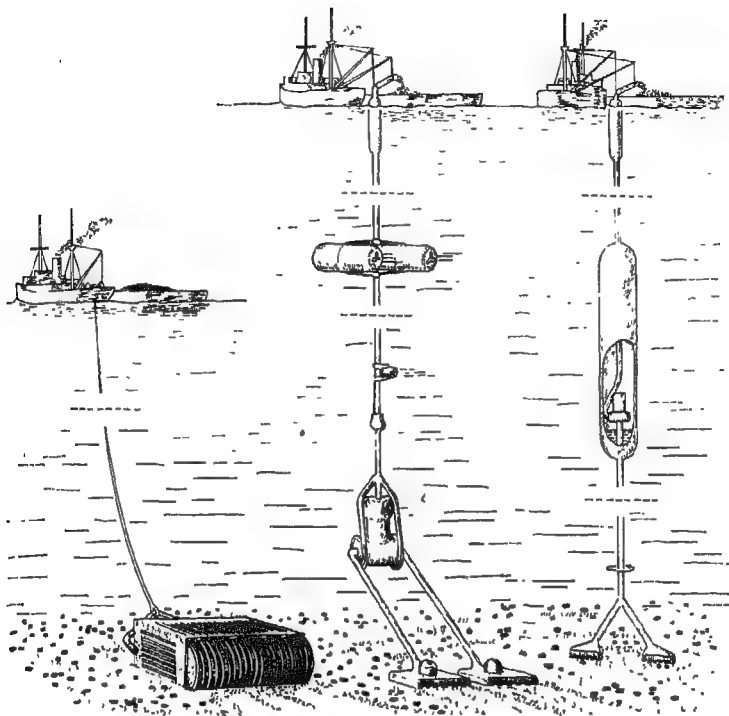
3. *शटल पद्धति (Shuttle System) :* पनडुब्बी की तरह के ड्रेज द्वारा उसमें उत्पन्न की गई प्लवनशीलता द्वारा ऊपर आने देना।

1. हाइड्रोलिक या एअर लिफ्ट पद्धति :

स्पष्ट है इस विधि में हाइड्रोलिक पम्प (पानी) या एअर लिफ्ट (संपीडित हवा) के प्रयोग से पिंड समुद्र तल से जलयान पर खींचे जाते हैं। इस खनन पद्धति में जहाज़ पर एक मोटा पाइप जिसके दूसरे सिरे पर संग्रहकर्त्ता यंत्र लगा होता है, समुद्र तल पर भेजा जाता है। यह संग्रहकर्त्ता यंत्र पिंडो को एकत्र करके पाइप तक पहुँचाता है। यहाँ से ये जहाज पर वैक्यूम क्लीनर की तरह पानी (हाइड्रोलिक) या हवा (एअर) का प्रयोगकर जलयान पर खींच लिए जाते हैं (चित्र 40 क ख, 41 ख ग)। पूरी पद्धति के 3 मुख्य अंग (Component) होते हैं :

(अ) संग्रहकर्त्ता यंत्र :

यह पूरी पद्धति का सबसे महत्त्वपूर्ण एवं जटिल अंग होता है। आरम्भ में यह एक बिल्कुल साधारण ड्रेज की तरह का बनाया गया था। तब से अब तक इस ड्रेज की डिजाइन में अनेकों परिवर्तन किये जा चुके हैं व लगभग 60 से ऊपर डिज़ाइनों के पेटेन्ट रजिस्टर किये जा चुके हैं। इन पेटन्टों का परीक्षण भी किया जा चुका है। इस यंत्र का मुख्य काम है तल पर पड़े पिंडों को मिट्टी आदि अपशिष्ट पदार्थ से अलग कर उत्थापन यंत्र तक भेजना। पिंडों का आकार समुद्र तल के हर क्षेत्र में अलग होता है अतः संग्रहकर्त्ता यंत्र का डिजाइन पिंडों के औसत आकार एवं ढलाव कोणों (Slope Angles) को ध्यान में रखकर किया जाता है। इससे मिट्टी आदि व्यर्थ पदार्थ संग्रहित नहीं हो पाते हैं।

(क) हाइड्रोलिक खनन पद्धति जल उत्थापन यत्र के साथ
(ख) हाइड्रोलिक खनन पद्धति वायु उत्थापन यत्र के साथ
(ग) कन्टीनुअस लाइन बकेट खनन पद्धति
(घ) शटल उत्खनन पद्धति

चित्र 40 : समुद्री उत्खनन पद्धतियों के विकल्प

(क)

ड्रैग ड्रेज . उथले समुद्री क्षेत्रो में प्रयुक्त पद्धति का रूपान्तरण जलयान की गति के साथ तल को खुरच कर पिंडो का संग्रह

(ख)

हाइड्रोलिक ड्रेज . मोटर और पम्प की सहायता से पिंडो का एकत्रीकरण

(ग)

हाइड्रोलिक ड्रेज . अपनी उर्ध्व रेखा के चारो ओर घूमकर वैक्यूम क्लीनर की तरह खींचकर पिंडों का एकत्रीकरण

चित्र 41 : उत्खनन प्रौद्योगिकी का विकास

पिंडों का संग्रह दो विधियों द्वारा संभव है। पहली विधि में हाइड्रोलिक संग्रहकर्त्ता यंत्र से समुद्र तल पर चलते हुए ऊपरी सतह के सभी पदार्थ खींचकर एक धातु की मोटी प्लेट द्वारा थोडा ऊपर उठा दिये जाते हैं। यहाँ पर पानी की मोटी धाराएँ मिट्टी व अन्य बारीक पदार्थों को बहा देती हैं, केवल पिंड शेष बचे रह जाते हैं। इन बचे पिडों को उत्थापन यंत्र तक पहुँचा दिया जाता है। दूसरी विधि में दो यांत्रिक जबडों (Mechanical Jaws) के बीच पिंडों को पीसने के बाद उत्थापन यंत्र तक पहुँचाया जाता है।

इस संग्रहकर्त्ता यंत्र का समुद्र तल पर चलना तथा अपनी परिधि के चारों ओर घूमकर पिड एकत्र करना जलयान से **दूर नियंत्रण** (Remote Control) विधि द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। समुद्र तल पर इसकी स्थिति जहाज़ पर लगे यंत्रों द्वारा निर्धारित की जा सकती है।

(ब) उत्थापन पद्धति (Lift System)

उत्थापन पद्धति में 2 मुख्य विधियाँ विकसित की गई हैं। इन दोनों ही विधियों में पिंडों को हवा या पानी के दबाव द्वारा ऊपर खींचने का प्रावधान है। पिंडों को ऊपर भेजने के साथ-साथ इस उपकरण के कार्यों में विद्युत तारों को संग्रहकर्त्ता यंत्र तक ले जाना भी शामिल है। संग्रहकर्त्ता यंत्र द्वारा उत्पन्न कंपनों, झटकों, पानी के दबाव व जहाज़ की गति आदि से उत्पन्न अवरोधों को भी इसे वहन करना पडता है। यही नहीं, इसे स्वयं के तथा अन्य उपकरणों के भार को भी वहन करना पडता है।

समुद्री जल शक्ति द्वारा चलाये जाने वाली उत्थापन पद्धति का आर्थिक दृष्टिकोण से अधिक उद्योगों ने समर्थन किया है। दूसरी पद्धति में जहाज़ पर लगे **कम्प्रेसर** द्वारा पाइप में हवा पहुँचाई जाती है। इन दोनों पद्धतियों का तुलनात्मक अध्ययन दर्शाता है कि वायु पम्प करने (Air Lift) में कम जटिल मशीनों का प्रयोग होता है जबकि जल पम्प द्वारा उत्थापन में पिंडों का यातायात घनत्व (Transportation Density) लगभग 50 प्रतिशत अधिक उत्पन्न किया जा सकता है।

उत्थापन पाइप और संग्रहकर्त्ता यंत्र के जुडने का स्थान बहुत नाजुक होता है। इसे तलीय संरचना एवं पानी के दबाव से उत्पन्न अवरोधों से अप्रभावित रखकर डिज़ाइन किया जाता है।

(स) **खनन जलयान** (Mining Ship)

यह इस पद्धति का अंतिम महत्त्वपूर्ण अंग है जिसका कार्य एकत्रित पिंडों का परिवहन पोत (Transport Ship) तक स्थानान्तरण करना होगा। इसके साथ ही इस जलयान के कार्यों में संग्रहकर्त्ता व उत्थापन पद्धतियों को पानी में उतारना व उनका संचालन करना शामिल है।

समुद्र में स्थिर खडा जहाज भी सामान्यतः तीन प्रकार के दोलन अनुभव करता है— (1) जहाज का आगे-पीछे होना; (2) दायें-बायें डोलना ; (3) ऊपर नीचे झूलना। खनन जलयान में इन प्रभावो को कम करने के लिए यांत्रिकीय व्यवस्था की जाती है। इसके साथ ही जहाज का आकार आधुनिक ड्रिलिग जलयानों से बड़ा होने का प्रावधान है जिसकी वजह से उसमें मौसम की प्रतिकूलता को सहन करने की क्षमता उत्पन्न होती है। जलयान के बीचों-बीच एक विशाल चौकोर छेद—**मूनपूल** द्वारा यंत्र पानी में उतारे जाते है। सर्वेक्षण की भांति ही कृत्रिम उपग्रहों एवं कम्प्यूटर की मदद से इस जहाज़ की स्थिति एवं गति का निर्धारण किया जा सकता है।

2. कन्टीनुअस लाइन बकेट माइनिंग सिस्टम :

गांवों में कुंओं से रहट द्वारा पानी निकालते हुए लगभग सभी ने देखा होगा। उपरोक्त माइनिंग प्रणाली इसी सिद्धांत पर आधारित है। इस प्रणाली में समानान्तर दूरी पर लगाई गई ड्रेज बाल्टियाँ क्रम में तल से बहुधात्विक पिंड एकत्र करती हैं और उन्हें खनन जहाज़ पर खाली करके पुनः वापस चली जाती हैं।

समुद्र में बहुत अधिक गहराई होने के कारण बहुत लम्बे तार के आपस

में उलझ जाने की बहुत अधिक संभावना होती है। इसी कारण दो जहाज़ों का प्रयोग भी सुझाया गया है (चित्र 40 ग)। इसमें एक जहाज़ से खाली ड्रेज बाल्टियाँ समुद्र में लटकाकर दूसरे साथी जहाज़ पर पिंडों से भरी ड्रेज बाल्टियों को खाली करने का प्रस्ताव है। तार की लम्बाई तथा ड्रेज बाल्टियों की संख्या तलीय संरचना, मौसम व जहाज़ की गति को ध्यान में रखकर निश्चित की जाती है। जिस तार पर ड्रेज बाल्टियाँ फिट की जाती हैं वह उलझे ना, इसलिए पॉलीप्रोपाइलीन का प्रयोग सुझाया गया है। पॉलीप्रोपाइलीन द्वारा बुना तार, लोहे या अन्य किसी प्रकार की अपेक्षा आपस में कम उलझता है। इन सभी प्रकार के तारों को अधिक मजबूती देने के लिए विशेष विधियों द्वारा तैयार किया जाता है।

ड्रेज बाल्टियों के सिरों पर दांत बनाने से इनके मिट्टी में धंस जाने की संभावना होती है। चूंकि बहुधात्विक पिंड तल की ऊपरी सतह पर ही बिखरे रहते हैं, इसलिए इन बाल्टियों के सिरों पर हल्की सी धार बना देने से काम चल सकता है। इस विधि से यह समुद्र तल की केवल ऊपरी सतह को खुरच कर पिंड संग्रह करती जाती हैं। थोड़ा ऊपर आने के बाद ड्रेज के अंदर लगी जाली से मिट्टी आदि बह जाती है और पिंड फंसे रहकर ऊपर आ जाते हैं।

3. *शटल पद्धति (Shuttle System)*

इस प्रणाली में पनडुब्बी की तरह के संग्रहकर्त्ता उपकरण का प्रयोग सुझाया गया है। पानी में इनका भार शून्य रखने के लिये इनमें निर्वात (Vaccum) उत्पन्न करके इनमें स्थिरक भार (Ballast Weight) रखकर समुद्र में भेजा जाता है। उपकरण में लगे थ्रस्टर्स, पानी के दबाव से बचाव करते हुए इसे नीचे की ओर ले जाते हैं। तल पर पहुँचने के बाद उपकरण पिंड एकत्र करना शुरू कर देता है। जिस दर से पिंड एकत्र होते हैं उसी दर से स्थिरक भार स्वतः (Automatic) तल पर गिरते जाते हैं। एक समय ऐसा आ जाता है जब संग्रहित पिंड और गिरे स्थिरक भार बराबर हो जाते हैं और

उपकरण का भार पुनः शून्य हो जाता है। ऐसे में उपकरण में लगे थ्रस्टर्स की सहायता से ये **संग्रहकर्त्ता** पुनः ऊपर उठना शुरू कर देते हैं। खनन जलयान के पास पहुँचने पर इनमें संग्रहित पिंड निकाल लिये जाते हैं और इनमें पुनः स्थिरक भार लगाकर इसे पुनः तल की ओर भेज दिया जाता है। इस प्रणाली में जलयान पर कम विद्युत शक्ति की जरूरत होती है। संग्रहकर्ता (Shuttle Unit) में ही विद्युत बैटरी व अन्य सभी संचालन की व्यवस्था होती है जिसे जलयान से रिमोट विधि द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। ख़नन जलयान पर इन संग्रहकर्त्ता उपकरणों को लाने ले जाने हेतु **मूनपूल** तथा संग्रह के लिए अतिरिक्त व्यवस्थाओं का प्रावधान रहता है।

फ्रांस की **एफरनॉड** कम्पनी ने इस प्रणाली का उपयोग करते हुए एक नई विधि विकसित की है। इसमें एक ही जगह कई शटल या पनडुब्बियों का प्रयोग किया जा सकता है (चित्र 40 घ)। इसके अनुसार एक शटल एक बार में लगभग 250 टन पिंडों को एकत्र कर, एक दिन में 3 चक्कर तक लगा सकती है। 24 × 12 × 7.5. मीटर की इस शटल का नियंत्रण जहाज से रिमोट विधि द्वारा किया जायेगा। एफरनॉड की योजनानुसार ये पनडुब्बियाँ पानी में लगभग 40 मीटर की गहराई पर स्थित 4 विशाल प्लेटफार्मों (Platforms) से संचालित की जायेंगीं। इन प्लेटफार्मों में कम से कम 60,000 टन पिंड या स्थिरक भार वहन करने की क्षमता होगी।

4. ड्रैग ड्रेज (Drag Dredge)

खनन संयंत्रों की शृंखला में एक अति साधारण विधि या ड्रेजिंग (Dredging) का भी प्रस्ताव है। मिट्टी निकालने वाले ड्रैग ड्रेज का गहरे समुद्र में प्रयोग के लिये रूपान्तरण प्रस्तावित किया गया है (चित्र 41 क)। इसके अनुसार 6 × 3.5 × 1 मीटर आकार के ड्रेज में टी.वी. कैमरा व पिंगर लगाकर पिंडों की खुदाई संभव है। जलयान पर लगे टेलीविज़न और पिंगर रेकार्ड को देखकर ड्रेज के भरने का सही अनुमान लगाया जा सकता है।

इस विधि मे मुख्यतः तीन जलयानों का प्रयोग प्रस्तावित है। (1) ड्रेजिंग शिप, जिसमें अच्छी उत्तोलक घिर्रियाँ (Winches), विद्युत शक्ति पैदा करने वाले विशाल जेनरेटर एवं कर्मचारियों के रहने की व्यवस्था हो। जहाज के धीमी गति से चलने पर तल पर पड़ा ड्रेग (Drag) घिसटता हुआ समुद्र तल पर फैले पिंडों को एकत्र करता रहेगा। (2) दूसरा जलयान इस ड्रेजिंग जहाज़ के साथ चलेगा। इसमें पिंडों को अपशिष्ट पदार्थ से अलग करने के बाद लगभग 5000 टन पिंड संग्रह कर सकने की क्षमता होगी। (3) तीसरे जहाज़ का कार्य इन पिंडों को धातुकर्म संयंत्रों तक पहुँचाना होगा।

उपरोक्त सभी प्रणालियों में एक खनन जलयान को साल में 300 दिन लगातार चौबीसों घंटे कार्य करने का प्रक्रम है। 35 दिन का समय मौसम की गड़बड़ी और 30 दिन पिंडों का दूसरे जहाज़ों तक स्थानान्तरण जैसे कार्यों के लिए निर्धारित किया गया है।

समुद्री खनन से वातावरण को कम से कम प्रभावित करने के लिये उपरोक्त सभी प्रणालियों की यंत्र व्यवस्थाओं में सुधार किया जा रहा है। खनन हेतु जिस किसी भी विधि का प्रयोग किया जायेगा उसी में बहुत अधिक सक्षम कार्य-प्रणाली की जरूरत होगी। भूमि की अपेक्षा समुद्र-खनन में कई कारक अधिक जटिल हैं जैसे—दुर्घटनाएँ, उपकरणों को पानी की गहराइयों में डालना-निकालना, टूट-फूट व मौसम की प्रतिकूलता आदि। पिंडों को तल से एकत्र कर परिवहन जलयानों द्वारा धातुकर्म संयंत्रों तक पहुँचाने हेतु भी बहुत ही सक्रिय संचार-व्यवस्था जरूरी होगी।

लाल सागर में किए गए परीक्षणों के आधार पर यह परिणाम निकाला गया है कि ड्रैग ड्रेज या शटल प्रणालियों की तुलना में हाइड्रोलिक या एअर लिफ्ट प्रणाली अधिक सस्ती एवं सुविधाजनक सिद्ध हो सकती है।

8

धातुकर्म: आग और पानी के प्रयोग से

बहुधात्विक पिंडों से धातुकर्म (Metallurgy) द्वारा धातुएँ अलग करने का काम भारत में अभी भी प्रयोगशालाओं तक ही सीमित है। भारत में मैंगनीज़ के पर्याप्त भंडार होने के कारण यहाँ संभवतः पिंडों से सिर्फ निकिल, कोबाल्ट और तांबा अलग करने की बात सोची जा रही है। इन पिंडों से धातुकर्म द्वारा तीन या चार धातुओं (मैंगनीज को मिलाकर) के निष्कर्षण यंत्र लगाए जाएँ, इसका अंतिम फैसला धातुकर्मियों, अर्थशास्त्रियों एवं सरकार पर निर्भर करेगा। फ्रांस व कुछ अन्य देश इनमें से शुद्ध मैंगनीज़ भी निकालने की बात सोच रहे हैं ताकि कुल धातुकर्म मूल्य को कम किया जा सके।

बहुधात्विक पिंडों से धातुएँ अलग करने के लिए एक नई धातु कर्म प्रणाली की आवश्यकता होगी। इसका कारण है इसके छिद्रों में व्याप्त समुद्र का पानी और एल्युमिनियम, सिलिकेट, कैल्शियम एवं कार्बोनेट जैसे कई तत्वों का मिश्रण। मुख्य धातुएँ भी इन पिंडों में ऑक्सीहाइड्रॉक्साइड के रूप में मिलती हैं। अभी तक विकसित विधियों में ये 2 विधियाँ अधिक मान्य हैं :–

1. **ताप धातुकर्म** (Smelting or Pyrometallurgy)
2. **जल धातुकर्म** (Leaching or Hydrometallurgy)

मोटे तौर पर पहली विधि में अग्नि द्वारा कच्ची अयस्क (Ore) को गलाकर मुख्य धातुएँ प्राप्त की जाती हैं। दूसरी विधि में पानी के प्रयोग से

इन धातुओं को अलग किया जाता है। कुछ धातुकर्मी इन दोनों ही क्रियाओं के पारस्परिक संयोग द्वारा भी धातु निकालने की बात कहते हैं। दोनो ही विधियों में धात्विक पिंडों का चूरा बनाने की आवश्यकता होती है ताकि रासायनिक क्रियाओं का संयोग अच्छी तरह हो सके।

1. ताप धातुकर्म (Pyrometallurgy)

इस विधि में पिंडों के पाउडर से पहले धातुओं का अपमिश्रण (Slurry) विद्युत-भट्टियो (Furnace) के प्रयोग द्वारा तैयार कराया जाता है। इसका ऑक्सीकरण, गन्धकीकरण और पुनः ऑक्सीकरण करके कच्ची धातुएँ अलग की जाती हैं। अब इस मिश्रण में साधारणतयाः गंधक एवं लौह तत्व की अधिकता हो जाती है। इसकी सल्फर-डाई-ऑक्साइड से प्रतिक्रिया (Reaction) कराकर इसमें से निकिल, तांबा और कोबाल्ट अलग कर लिए जाते हैं।

2. जल धातुकर्म (Hydrometallurgy)

इस विधि में मूलरूप से अम्लों (सल्फ्यूरिक एवं हाइड्रोक्लोरिक), क्षारों (अमोरिया) तथा गैसों (कार्बन-मोनो-ऑक्साइड, कार्बन-डाई-आक्साइड व सल्फर-डाई-ऑक्साइड) का प्रयोग किया जाता है। बहुधात्विक पिंडों से धातुएँ अलग करने के लिए यह विधि अधिक प्रचलित है। इन मूल क्रियाओं में रूपान्तरण करके अलग-अलग कई तरह की विधियाँ विकसित एवं प्रयोग की जा रही हैं। सामान्यतः जल धातुकर्म प्रणाली में अमोनिया का अधिक प्रयोग होता है। क्योंकि उपयोग के बाद अमोनिया को पुनः प्रारम्भिक अवस्था में प्राप्त किया जा सकता है। अमोनिया विधि में एक बड़ा दोष यह है कि इसमें मैंगनीज और लोहा बेकार हो जाता है।

अभिक्रियाओं की विभिन्न अवस्थाएँ

जल-धातुकर्म

अयस्क या सांद्र
↓
पिसाई
↓
निक्षालन/लीचिंग
↓
ठोस/द्रव पृथक्करण
↓
विलय शुद्धीकरण
↓
धातु-उत्पादन
↓
धातु

ताप-धातुकर्म

सांद्र
↓
पिसाई
↓
अपचयन
↓
प्रगलन/स्मेल्टिंग
↓
गन्धकीकरण
↓
वैद्युत परिष्करण
↓
धातु

भारत में क्षेत्रीय अनुसंधान प्रयोगशाला, भुवनेश्वर में अमोनिया लीच व सल्फ्यूरिक अम्ल लीच व सल्फेट रोस्टिंग (अधिक ताप) पर परीक्षण किये गए। 29 अगस्त 1983 को स्वर्गीय प्रधानमंत्री श्रीमती इंदिरा गांधी को अमोनिया विधि द्वारा निकाली धातुओं से बने सिक्के भेंट किये गये थे। प्रयोगशाला स्तर पर अमोनिया विधि द्वारा धातुएँ निकालने में 80% सफलता प्राप्त हो चुकी है। इस विधि द्वारा लगभग 200 किलोग्राम पिंडों से प्रतिदिन धातुएँ निकालने का संयंत्र प्रयोगशाला में लगाया गया है। दूसरी विधि में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग कर 90% निकिल, कोबाल्ट व तांबा प्राप्त किया गया है।

राष्ट्रीय धातुकर्म प्रयोगशाला, जमशेदपुर में भी **क्यूप्रियान-अमोनिया विधि** द्वारा छोटे पैमाने (20 से 300 ग्राम) पर बहुधात्विक पिंडों से धातुएँ निकालने का प्रयत्न किया गया। इस विधि द्वारा 95% निकिल, 95% तांबा व 78% कोबॉल्ट निकालने में सफलता मिली। एक अन्य **अमोनिया लीच विधि** द्वारा 99.50% तांबा व निकिल एवं 78.5% कोबाल्ट प्राप्त करने की रिपोर्ट है।

ताप एवं जल धातुकर्म दोनो ही विधियों द्वारा लगभग 90% निकिल अलग की जा सकती है परन्तु ताप धातुकर्म द्वारा तांबा लगभग 80% ही प्राप्त हो पाता है। दूसरी ओर ताप धातुकर्म में जल धातुकर्म की तुलना में अधिक कोबाल्ट प्राप्त होता है।

बहुधात्विक पिंडों के छिद्रों में लगभग 30% आर्द्रता होने के कारण विद्युत भट्टियों द्वारा यह पानी सुखाने के लिये अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ताप धातुकर्म विधि द्वारा इस कारण धातु प्राप्ति की कीमत लगभग 60% अधिक हो जाती है। इसलिए ही इन पिंडों के धातुकर्म में जल धातुकर्म विधियॉ अधिक प्रस्तावित हैं।

धातु निष्कर्षण के बाद बचा हुआ अपशिष्ट पदार्थ कहाँ फेंका जाए, यह एक महत्त्वपूर्ण प्रश्न है। अपशिष्ट पदार्थ को समुद्र तल पर अथवा तटीय क्षेत्रों में फेंकने के संभावित परिणामों का अध्ययन अमरीकी खान ब्यूरो ने किया है। **एन्वायरनमेंट प्रोटेक्शन एजेंन्सी** द्वारा 8 मुख्य विषाक्त धातुएँ व 17 अन्य तत्त्व

निर्धारित किये गए हैं। ये धातुएँ हैं— आर्सेनिक, बेरियम, कैल्शियम, क्रोमियम, मर्करी, सीसा, सिल्वर व सेलेनियम। अपशिष्ट पदार्थ में इन सभी धातुओ एवं तत्वों का प्रभाव शून्य पाया गया है।

बहुधात्विक पिंडों में निकिल, कोबाल्ट व कॉपर की प्रतिशत मात्रा बहुत कम होने के कारण कच्ची धातु से समुद्र में ही धातु कर्म कराने की बात सोची जा रही है। कई धातु कर्मियों का विचार है कि ऐसा करने से परिवहन खर्च में भारी कटौती की जा सकती है। जापानी वैज्ञानिक, महासागरों में कहीं पर तैरता हुआ संयंत्र लगाने की संभावना पर विचार कर रहे हैं। इस संभावना का दूसरा पहलू है, सागर मे अधिक प्रदूषण फैलने का। तटीय क्षेत्रों में संयंत्र लगाने से परिवहन खर्च तो बढ सकता है परन्तु इस समय अपशिष्ट घोषित पदार्थ से भविष्य में कभी मैंगनीज और अन्य धातुएँ निकाली जा सकती हैं।

9

समुद्री पर्यावरण: खनन से कितना प्रभावित

जैसा कि हमने धातु-कर्म के संबंध मे पढ़ा कि **अमरीकी खान ब्यूरो** ने अपशिष्ट पदार्थ पर परीक्षण करके बताया कि इससे वातावरण पर कोई विपरीत प्रभाव नहीं पड़ेगा। परन्तु खनन करके पिंड निकालते समय समुद्री वातावरण में परिवर्तन तो अवश्यसंभावी हैं। इन परिवर्तनों का वातावरण पर प्रभाव एक महत्त्वपूर्ण पहलू है। बहुधात्विक पिंडों का खनन प्रारम्भ होने से पहले एवं बाद तक, सम्पूर्ण योजना का यह सबसे महत्त्वपूर्ण एवं दुष्कर पहलू है।

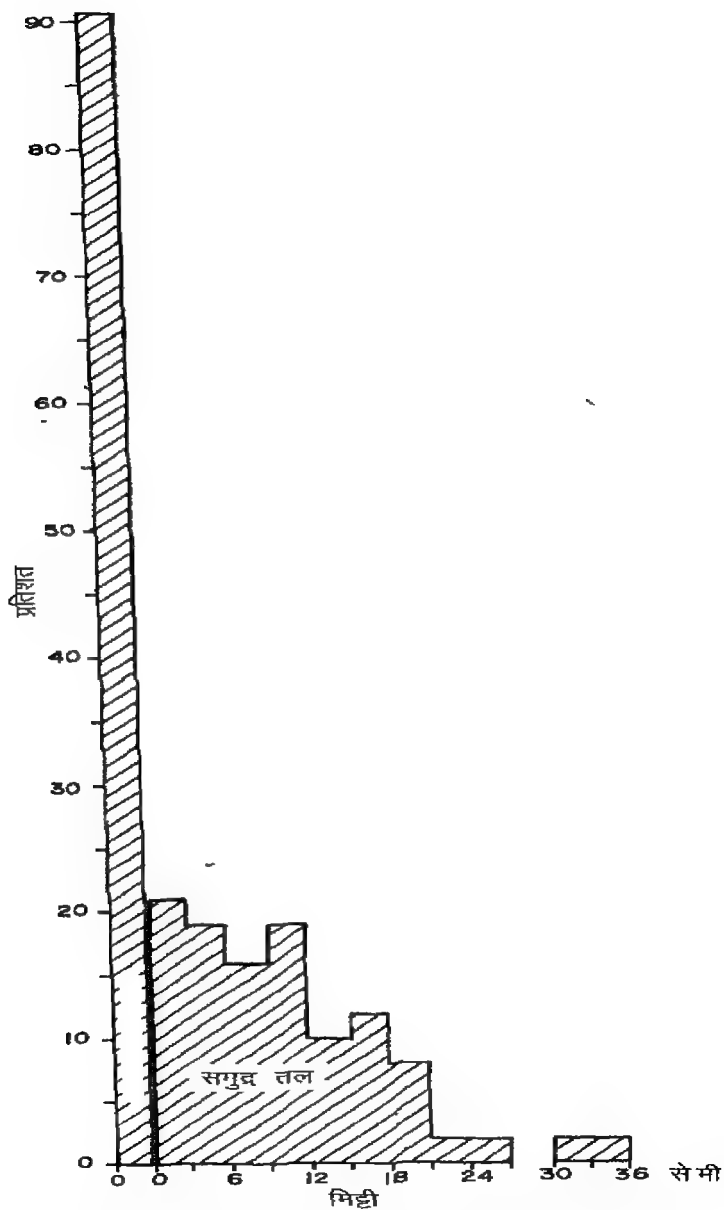
महासागरों में हुए परिवर्तनों का वातावरण पर एवं वातावरण में हुए परिवर्तनों का महासागरों पर व्यापक प्रभाव पडता है। उदाहरण के लिए, जब भी समुद्री जैविक उत्पादकता (Biological Productivity) ज़्यादा हुई उसने वातावरण से ज्यादा कार्बन-डाई-आक्साइड सोखी है। परिणामस्वरूप संसार भर में मौसम ज़्यादा ठंडा हो गया है। हाल में हुई खोजों से यह ज्ञात हुआ है कि वातावरण में बढ़ी गैसों को (ग्रीन हाउस प्रभाव) समुद्र 50 से 100 वर्षों तक सोखे रह सकता है। सूक्ष्म पादपों (Phytoplankton) का समुद्री तापमान पर नियंत्रण भी हाल में हुई खोजों से ज्ञात हुआ है। समुद्री खनन के परिणामस्वरूप निकले अपशिष्ट पदार्थों से यह जैविक उत्पादकता किसी स्तर तक प्रभावित हो सकती है।

बहुत से वैज्ञानिक एवं खनन कम्पनियाँ विश्व के महासागरों में खनन से

हुए परिवर्तनों का अलग-अलग ढंग से अध्ययन कर रहे हैं। जर्मन वैज्ञानिकों द्वारा प्रकाशित एक रिपोर्ट के अनुसार खनन क्षेत्र सम्पूर्ण पृथ्वी का एक बहुत बड़ा हिस्सा है। इसमें हुए भारी परिवर्तन वहाँ के जीवन और सम्पूर्ण वातावरण को किस तरह प्रभावित करेंगे यह पूरी तरह जाने बिना समुद्री वातावरण में किए गए परिवर्तन भयावह भी सिद्ध हो सकते हैं। अतः इस नवीन उद्योग को प्रारम्भ करने से पहले इस समस्या का विस्तृत अध्ययन बहुत ही महत्त्वपूर्ण एवं आवश्यक है।

भारत में **राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान** का कोचीन स्थित क्षेत्रीय केन्द्र **खनन क्षेत्र** में पर्यावरण अध्ययन हेतु प्रारम्भिक आंकड़े एकत्र कर रहा है। इन आंकड़ों के परिणाम प्रकाशित होने में संभवतः अभी बहुत समय लगेगा। इस संस्थान से प्रकाशित एक शोध-पत्र (Paper) के अनुसार 'मध्य हिंद महासागर की स्थिति ऐसी है कि वहाँ हुए परिवर्तनों का वातावरण पर कोई व्यापक प्रभाव नहीं होगा।' फिर भी इस क्षेत्र में अन्तर्जलीय धाराओं व पानी के मिश्रण (Mixing of Waters) की अभिक्रिया द्वारा पदार्थ का विसर्जन (Dispersion) आदि के विस्तृत अध्ययन की अभी आवश्यकता है।

खनन के फलस्वरूप वातावरण में होने वाले परिवर्तनों के विषय में अगर पहले से ही जानकारी हो तो किसी भी प्रतिकूल प्रभाव को कम किया जा सकता है। इस दिशा में किये गए अध्ययन दर्शाते हैं कि खनन का प्रभाव मुख्य रूप से निम्न क्षेत्रों में देखा जा सकता है:—

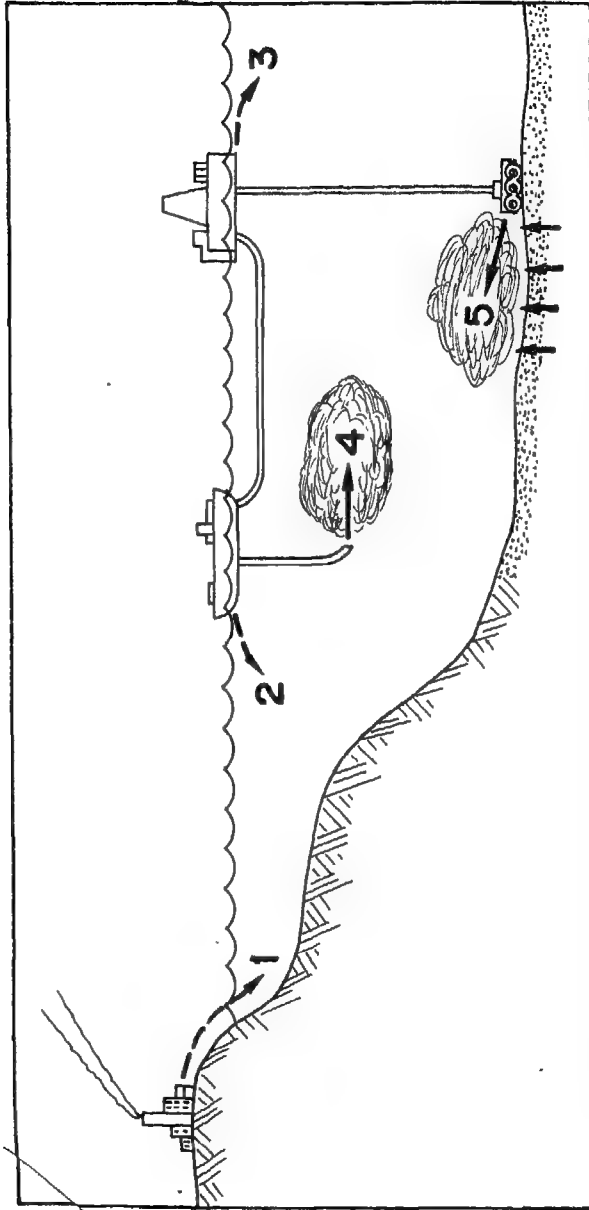
1. संग्रहकर्त्ता यंत्र के सीधे सम्पर्क में आने वाली कुछ सेंटीमीटर मोटी मिट्टी की तह पर;
2. खनन क्षेत्र से थोड़ी दूरी पर, जहॉ इस क्षेत्र से होकर निकलने वाली धाराएँ अपने साथ मिट्टी बहाकर पुनः विसर्जित कर दें; तथा
3. समुद्र सतह या बीच की सतहों पर जहाँ अपशिष्ट पदार्थ की निकासी हो।

चित्र 42 : तलीय मिट्टी मे बहुधात्विक पिंड

1. संग्रहकर्त्ता यंत्र के समीप प्रभाव

गहरे समुद्र से धात्विक पिंडों के खनन का वातावरण पर प्रभाव अन्य बातों के अलावा संयंत्र के प्रकार पर भी निर्भर करेगा। बहुधात्विक पिंड सतह पर बिखरे (चित्र 42) होने के कारण तल का बहुत बड़ा क्षेत्र संग्रहकर्त्ता यंत्र के सीधे संपर्क में आने की संभावना है। तलीय परिवर्तन बहुत कुछ इस संग्रहकर्त्ता यंत्र की गति एवं चाल पर निर्भर कर सकते हैं। इन परिवर्तनों में सबसे महत्त्वपूर्ण होगा तलछट की मिट्टी (Bottom Sediments) का समुद्र तल पर गुबार (चित्र 43)। इस गुबार पर किया गया एक अध्ययन बताता है कि संग्रहकर्त्ता यंत्र के अवरोध द्वारा उत्पन्न हुआ मिट्टी एवं कीचड़ का यह गुबार इस यंत्र के आस-पास ही एक किलोमीटर के घेरे में घूमता रहेगा।

जर्मन वैज्ञानिकों की रिपोर्ट के अनुसार संग्रहकर्त्ता यंत्र के सीधे संपर्क में आने के कारण उस स्थान पर रहने वाले जीव-जन्तु तथा मिट्टी के रासायनिक व कार्बनिक पदार्थ खाकर जीवनयापन करने वाली कुछ अन्य जातियों के पूरी तरह नष्ट हो जाने की संभावना है। दूसरी स्थिति यह हो सकती है कि मिट्टी की इस तह (जो इन जीव-जन्तुओं का भोजन है) के नष्ट हो जाने पर वहाँ रहने वाली प्रजातियाँ दूसरे स्थान को जा सकती हैं। इस रिपोर्ट के अनुसार इन जीव-जन्तुओं की मृत्यु द्वारा हुई कमी, धातु प्राप्ति के आगे नजरअंदाज की जा सकती है। अमरीका के कुछ वैज्ञानिकों का दृष्टिकोण है कि खनन समाप्त होने पर इस क्षेत्र में कुछ नये तरह के जीव-जन्तु पैदा हो सकते हैं जो पिंडों की अनुपस्थिति के कारण पूर्व जीवन से पूर्णतया भिन्न होंगे।

2. खनन क्षेत्र से थोड़ी दूरी पर प्रभाव

महासागरों में अंदर ही अंदर चलने वाली कई धाराएँ होती हैं। ये अन्तर्जलीय धाराएँ खनन-क्षेत्र से होकर गुजरते समय खनन-क्षेत्र के पास उठे मिट्टी के गुबार को बहाकर ले जा सकती हैं। यह मिट्टी तल पर पुनः जमा होने (Settle) तक अप्रत्यक्ष रूप से प्रभाव डाल सकती है। सभी खनन क्षेत्र

चित्र 43 : उत्खनन द्वारा निकाले अपशिष्ट पदार्थों के गुबार का प्रभाव विभिन्न क्षेत्रो मे (जर्मन वैज्ञानिको के अनुसार) 1 तटीय सयन्त्रो द्वारा फेका पदार्थ 2 परिवहन जलयान द्वारा विस्थापित पदार्थ और 3. खनन प्लेटफार्म द्वारा विसर्जित पदार्थ रोकथाम सम्भव और आवश्यक 4. मध्यवर्ती तहो पर एव 5 संग्रहकर्ता यन्त्र के सम्पर्क का सीधा प्रभाव मुश्किल नियन्त्रण। (चित्र : थील आदि)

आस-पास न होकर अलग-अलग हैं, इस कारण धाराओं द्वारा प्रभावित क्षेत्र मुख्य क्षेत्र की अपेक्षा कहीं अधिक हो सकता है।

3. अपशिष्ट पदार्थ की निकासी

अपशिष्ट (बेकार) पदार्थ की निकासी तीन जगहों पर संभव है—सतह पर, मध्यमवर्ती गहराइयों पर या तल के बिल्कुल पास।

अपशिष्ट पदार्थ में अधिकांशतः तलीय जीव-जन्तुओं सहित वहाँ की मिट्टी एवं पिंडों के महीन टुकड़े हो सकते हैं। यह अगर सतह पर निकाला जाए तो पानी में प्रवेश करते ही कुछ भारी पदार्थ तो तुरंत डूब जायेंगे जबकि अन्य महीन पदार्थ पानी में ही उतराते-छितराते रहेंगे। कुछ अध्ययन बताते हैं कि यह गुबार लगभग 100 किलोमीटर लंबा एवं 20–30 किलोमीटर चौड़ा हो सकता है जो सतह से लगभग 50 मीटर की गहराई तक सीमित रहेगा। अन्य अध्ययन के अनुसार, फेंके गए पदार्थ का यह घना गुबार उस जगह पर पहुँचने वाले प्रकाश में अवरोध उत्पन्न कर सकता है। फलस्वरूप प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा भोजन बनाने वाले अति सूक्ष्म पादपों (चित्र 6) के प्रभावित होने की आशंका है। ये सूक्ष्म पौधे जीवन की आधार श्रृंखला (Food Chain) की पहली इकाई हैं। इससे इनके ऊपर निर्भर बड़ी जातियाँ (चित्र 7), मछलियाँ और अन्ततः मनुष्य जीवन भी प्रभावित हो सकता है। प्रारम्भिक परीक्षणों के अनुसार यह प्रभाव अधिक हानिकारक नहीं होगा। फिर भी इस विषय में विस्तृत अध्ययन की आवश्यकता को नजरअंदाज नहीं किया जा सकता। इस श्रृंखला में किए गए कुछ अध्ययन ठीक इसके विपरीत बात कहते हैं। इन अध्ययनों के अनुसार 4000 से 6000 मीटर गहराई से लाई गई मिट्टी सतही जीवों के लिए अधिक पौष्टिक हो सकती है।

समुद्र में जीवन सबसे सघन उन सतहों पर होता है जहाँ तक सूर्य का प्रकाश पहुँच सकता है। मध्यमवर्ती सतहों पर लगभग 2000 मीटर से नीचे सामान्यतः जीवन कम होता जाता है। अपशिष्ट पदार्थ सतह पर फेंकने से यह तल पर बैठने तक 4 से 6 हजार मीटर गहरी सभी सतहों एवं जीव-

जन्तुओं को प्रभावित कर सकते हैं। अतः कुछ वैज्ञानिकों के अनुसार यदि तल के पास ही किसी तरकीब से पिंड, अन्य पदार्थ से अलग कर लिये जायें तो अधिक श्रेष्ठ होगा। इस तरह से कम ही जीव इस पदार्थ से प्रभावित हो सकेंगे। संग्रहकर्त्ता यंत्र भी इस तरह से विकसित किये जा रहे हैं जो तलीय मिट्टी को कम अव्यवस्थित करके अधिक पिंड संग्रह करा सकें। इससे सम्पूर्ण खनन का मूल्य बढ़ सकता है परन्तु ऐसे उपाय न करने से होने वाले नुकसान की अपेक्षा यह मूल्य बहुत कम होगा।

खनन से पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभाव का अध्ययन आरम्भ से ही अमरीका, जर्मनी, जापान, फ्रांस और सोवियत संघ की कई कम्पनियों द्वारा किये गए हैं। इनमें से कुछ का वर्णन यहाँ किया जा रहा है :—

ब्लैक प्लैटो परीक्षण

उत्तरी अटलांटिक महासागर के ब्लैक प्लैटो क्षेत्र में अमरीकी कम्पनी **डीप सी वेन्चर्स** ने 800 मीटर गहराई पर परीक्षण किये हैं। इनमें वायु उत्थापन पद्धति (Air Lift System) द्वारा खनन से पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभाव का अध्ययन किया गया है। इन परीक्षणों द्वारा परिणाम निकाला गया है कि इस खनन प्रक्रिया से छोंटे जीव-जन्तुओं की भोजन उत्पादकता बढेगी और कोई विपरीत प्रभाव नहीं होगा।

डोम्स

अमरीका की ही **गहन समुद्री खनन पर्यावरण अध्ययन योजना** (डोम्स) मे भौतिक वातावरण संबंधी आंकड़े एकत्र किए गए। ये आंकड़े जल-धाराओं, तरंगों, स्थानीय जलराशि एवं उर्ध्व तहों के अध्ययन से संबंधित थे। गुबार के अध्ययन में ये आंकड़े बेहद महत्वपूर्ण हैं क्योंकि कणों का वितरण, विसर्जन और डूबना इन पर निर्भर करता है।

डोम्स योजना के दौरान खनन से संभावित पर्यावरण संबंधी प्रभाव सामने

आए। इनके अनुसार संग्रहकर्त्ता यंत्र की गति के कारण इसके आस-पास रहने वाले सभी जीव-जन्तु नष्ट हो जायेंगे। इसके द्वारा उत्पन्न मिट्टी का गुबार आस-पास रहने वाले जीव-जन्तुओं सहित वह सब जैविक पदार्थ दबा देगा जिसको खाकर ये जीव-जन्तु जिन्दा रहते हैं। इसके अतिरिक्त खनन जलयान द्वारा सतह पर फेंका गया अपशिष्ट पदार्थ पानी में निलंबित कणों की संख्या बढ़ा देगा, जिसके फलस्वरूप वहाँ रहने वाले पादपों (Phytoplankton) की प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया धीमी हो जायेगी। अतः अनुकूलता के लिए इन जीवों की जाति-संरचना में अंतर पड़ेगा।

डोम्स योजना द्वारा निष्कर्ष निकाला गया कि वृहत आर्थिक रूप से समुद्र उत्खनन का समुद्री वातावरण पर केवल सीमित प्रभाव ही रहेगा।

निष्कर्ष

अलग-अलग रांष्ट्र एवं कम्पनियाँ अलग-अलग तरीकों से अभियान दल भेजकर इस दिशा में अध्ययन कर रही हैं। कई बार एक ही प्रकार के परीक्षण अलग-अलग देशों द्वारा किए गए हैं। इस गंभीर समस्या का विस्तृत गहन अध्ययन होने के बावज़ूद भी 15 अगस्त 1990 को न्यूयार्क में हुई एक सभा में जर्मन वैज्ञानिक **थील** की राय से वहाँ उपस्थित बहुमत सहमत था कि अब भी इस दिशा में बहुत अनुसंधान की जरूरत है।

अमरीका एवं जर्मनी जैसे अमीर व विकसित तथा भारत जैसे विकासशील राष्ट्र लगभग सभी आज यह अनुभव कर रहे हैं कि समुद्र विज्ञान एक बेहद खर्चीला विषय-क्षेत्र है। समुद्र विज्ञान के इतिहास में कई बार ऐसा हो चुका है कि बहुत से राष्ट्रों ने मिलकर किसी समस्या के लिए सम्मिलित प्रयास किए हैं। **अन्तर्राष्ट्रीय भू-भौतिकी वर्ष, अन्तर्राष्ट्रीय हिंद महासागर अभियान** तथा आजकल **वातावरण, कार्बन डाई और समुद्र** पर **जेगॉफ** कार्यक्रम जिसमें संसार के सभी राष्ट्र हिस्सा ले रहे हैं, अन्तर्राष्ट्रीय सहयोग के जीवंत उदाहरण हैं। बहुत से वैज्ञानिकों का मत है कि इस महंगे और गहरे अध्ययन

में, सम्मिलित प्रयास का परिणाम भूतकाल की तरह ही ज्यादा लाभकारी हो सकता है। किसी आधार स्टेशन पर सभी एकत्रित आंकड़े एकत्रित किए जा सकते हैं जहॉं प्रत्येक राष्ट्र या व्यक्ति को इनका प्रयोग करने की सुविधा हो। इस प्रकार एक बार फिर बहुत से मानव-मस्तिष्क मिलकर कम खर्च में पर्यावरण की गंभीर समस्या का स्थाई समाधान खोज़ सकते हैं। बहुत से वैज्ञानिकों की राय है कि संयुक्त राष्ट्र (United Nations) इस विषय पर पुनः सर्व सम्मति से विचार कर सकता है। क्योंकि संयुक्त राष्ट्र ने ही इन बहुधात्विक पिंडों एवं इनमें छिपे धातु भंडारों को मानव जाति की सामूहिक सम्पत्ति की संज्ञा दी थी और संयुक्त राष्ट्र से ही **समुद्री कानून** बनाने की शुरुआत भी हुई थी।

10

अन्तर्राष्ट्रीय समुद्री कानून और भारतीय खनन-क्षेत्र

समुद्री कानून (Law of the Sea) का विषय बड़ा ही जटिल है। मानचित्र उठाकर देखने पर पता चलेगा कि मात्र 29 राष्ट्र ऐसे हैं जो अन्य राष्ट्रों की तटीय सीमाओं से घिरे हैं। बाकी के लगभग 150 राष्ट्रों की तटीय रेखाएँ समुद्र से घिरी हैं। भारत की ही लगभग 6500 किलोमीटर लम्बी तटरेखा को हिंद महासागर घेरे है। अब प्रश्न यह उठता है कि किसी भी राष्ट्र की सीमा समुद्र में कहाँ तक हो या फिर समुद्र में सीमा प्रहरी कहाँ बैठाए जाएँ? एक देश की नौकाएँ/जहाज दूसरे देश की सीमा में आ सकते हैं। कभी मछली पकड़ने, कभी जासूसी करने तो कभी तस्करी करने। जैसा कि हमने अभी पढ़ा कि समुद्र असीमित भण्डारों का ख़ज़ाना है। जिन बड़े, विकसित राष्ट्रों के पास साधन हैं वे छोटे, विकासशील राष्ट्रों की सम्पत्ति (मछली, खनिज आदि) ले जा सकते हैं और वहाँ (दूसरे राष्ट्र क़ी समुद्री सीमा में) अपने देश की गंदगी, कचरा एवं व्यर्थ रेडियोधर्मी पदार्थ जैसी चीज़ें डाल सकते हैं।

सदियों से इस संदर्भ में झगड़े और बहसें चल रही हैं। इनका एक संदर्भ है : 1608 में, ह्यूगो नामक व्यक्ति ने स्पेन, पुर्तगाल और ब्रिटेन के खिलाफ डच लोगों की शिकायतों का वर्णन किया है। स्वर्गीय प्रधानमंत्री श्री जवाहर लाल नेहरू द्वारा लिखित पुस्तक **भारत एक खोज** (Descovery of India) में भारत से संबंधित समुद्री झगड़ों का संदर्भ मिलता है। तेल, मछली, अनाधिकृत

कब्जा आदि को लेकर हुए झगड़े न्यायालयों तक पहुँचने के अनेकों संदर्भ हैं।

इन सब बातों को ध्यान में रखते हुए 1958 में लगभग 81 राष्ट्र जेनेवा में संपन्न एक सम्मेलन (Conference) में समुद्री कानून संबंधी नियम बनाने हेतु सम्मिलित हुए। इस सम्मेलन में जलमग्न भूमि से संबंधित 4 मुख्य नियम बनाये गए :—

1. सीमांतर्गत समुद्र संबंधी (On the Territorial Sea and Contiguous Zone)
2. महाद्वीपीय तटों से संबंधित (On the Continental Shelf)*
3. मुख्य महासागर संबंधी (On the High Sea) एवं
4. महासागरों में जैविक भंडारों एवं मत्स्यादि उद्योग संबंधी (On Fishing and Conservation of Living Resources of the High Sea)

नियम बनाने के बाद सब कुछ सुलझ जाए, एकदम ऐसी बात नहीं हो सकती। संयुक्त राष्ट्र के **खाद्य एवं कृषि विभाग** (Food and Agricultural Organisation) की एक प्रकाशित रिपोर्ट के अनुसार 106 में से 40 राष्ट्रों ने यह दावा किया कि उनके राष्ट्र की तटरेखा से 12 मील तक के क्षेत्र पर उनका न्यायिक अधिकार होगा। 29 राष्ट्रों ने 3 मील, 14 ने 6 मील और 4 ने 10 मील की मांग की और बाकी राष्ट्र सीमा से बढ़कर 200 मील की मांग करने लगे।

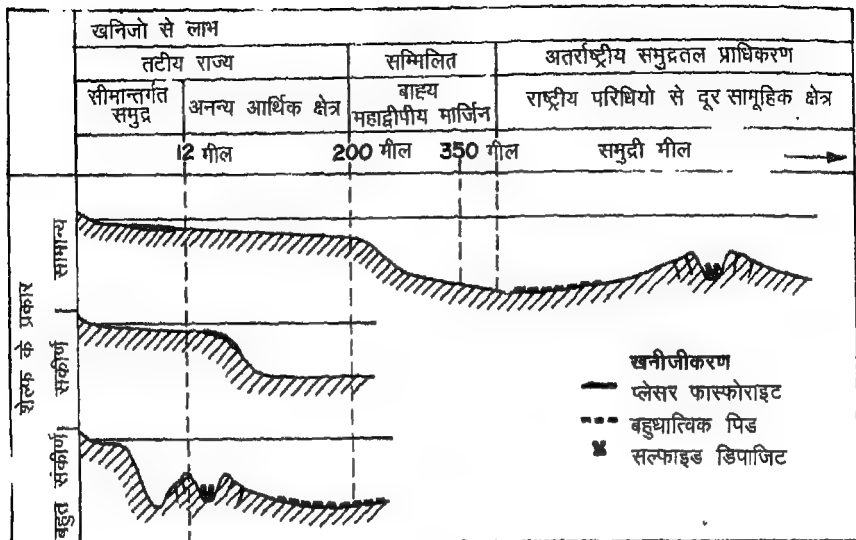
अब जैसा कि स्वाभाविक है इन विभिन्न सीमा रेखाओं के कारण अन्तर्राष्ट्रीय झगड़े बढ़ गए। न्यू इंग्लैंड के पास मछली पकड़ रहे रूसी जहाजों (Fishing Vessel) को अमरीकी तटरक्षक ने पकड़ लिया। अलास्का की खाड़ी में कोरिया के फिंशिंग वेसल को भी अमरीकी तटरक्षक ने घेर लिया। इसी तरह आइसलैंड और ब्रिटेन के बीच **मछली युद्ध** बरसों चलता

---

* इस संहिता मे महाद्वीपीय शेल्फ की परिभाषा भूगर्भ वैज्ञानिकों द्वारा निर्धारित परिभाषा न मानकर तटरेखा से 200 समुद्री मील की दूरी तक मानी गई है।

रहा। आइसलैंड का दावा 200 मील का था जबकि ब्रिटेन ने केवल 12 मील को अनुमोदित किया और अपने **फिशिंग शिप** आइसलैंड भेजता रहा। 1973 में आइसलैंड तटरक्षक ने ब्रिटेन के मछली के जालों को नष्ट कर उसके जहाजों को बेकार कर दिया। ब्रिटेन ने इन जहाजों की सुरक्षा के लिए दूसरे जहाज भेजे तो आइसलैंड ने संयुक्त राष्ट्र (N.A.T.O) में अपील दायर कर दी। न्यायिक फैसले के बाद ब्रिटेन ने आइसलैंड में जाना बंद कर दिया।

सारांश यह है कि समुद्री सीमाओं को लेकर 1 मार्च 1977 तक झगड़े चलते ही रहे। इस तिथि को तटरेखा से 200 मील तक राष्ट्र के आर्थिक अधिकार का अंतर्राष्ट्रीय कानून पक्का बना दिया गया (चित्र 44)। कानून बनने के कुछ दिनों बाद 130 मील पर अमरीकी तट रक्षक ने 2 रूसी फिशिंग वेसल फिर घेर लिए। इसका केस अमरीकी बोस्टन कोर्ट में चल रहा था। जीतने पर 1 साल की कैद, 1 लाख अमरीकी डालर जुर्माना और जहाज जब्त की शर्त। इस केस के बाद अब लगभग सभी राष्ट्र सतर्क हो उठे और बगैर आज्ञा दूसरे राष्ट्र की 200 मील सीमारेखा तक नही जाते।

नई दुनिया (अमेरिका) की खोज के बाद वहाँ पर मिले खजाने को लूटने के लिए भगदड़ मच गई थी। स्पेन के लोग कुछ ज़्यादा ही लालची हो उठे थे। वे इस नई दुनिया से बहुत-सा ख़जाना और जवाहरात जहाजों पर लादकर लाने लगे। अंग्रेज, स्पेनियों से भी ज्यादा लालची हो गये थे। वे इन जहाजों को बीच में ही लूटने की कोशिश करते। इस आपाधापी में बहुत-सा सामान रास्ते में ही गिर जाता। लोगों का विश्वास है कि स्पेन से आइबेरिया के बीच रास्ते में गिरा यह सामान कभी न कभी लोगों को जरूर मिलेगा।

चित्र 44 : संयुक्त राष्ट्र समुद्री कानून द्वारा निर्धारित . समुद्र की सीमा रेखाएँ

समुद्री कानून का क्षेत्र वृहत है जिसका वर्णन यहां संभव नहीं। अतः हम सीधे बहुधात्विक पिंडों के संदर्भ में चलते हैं। जैसा कि हम अब तक समझ चुके हैं कि बहुधात्विक पिंडों का क्षेत्र इस 200 मील की सीमा से परे गहन

> नये समुद्री कानून के द्वारा देशों को प्राप्त विशेषाधिकार के अन्तर्गत 1955 में भारत को अपनी तटरेखाओं से 200 समुद्री मील (320 किलोमीटर) तक जलमग्न क्षेत्र की प्राप्ति हुई है। यह क्षेत्र **अनन्य आर्थिक क्षेत्र** (Exclusive Economic Zone) कहलाता है जो अनेकों खनिजों का भण्डार है। लक्षद्वीप, अण्डमान-निकोबार द्वीप सहित भारत की सम्पूर्ण तटरेखा लगभग 7500 किलोमीटर है। अतः यह क्षेत्र बहुत विशाल क्षेत्र है जो सम्पूर्ण भारत-भूमि के लगभग तीन चौथाई भाग के बराबर है।

समुद्र में औसत 5 हज़ार मी. गहरे पानी तले है। राष्ट्रों की सीमा रेखाओं और कानूनी परिधियों से दूर इस क्षेत्र को संयुक्त राष्ट्र ने **मानव जाति की सामूहिक संपत्ति** की संज्ञा दी है।

1958 में जेनेवा में बनी संहिता के किसी भी कानून में गहरे समुद्र के खनिज भंडारों से संबंधित कोई ज़िक्र नहीं था। 1965 के आस-पास जब इन बहुधात्विक पिंडों का अर्थिक पहलू उजागर हुआ तब वैज्ञानिकों के साथ-साथ उद्योगपतियों, पूंजीपतियों, राजनीतिज्ञों की रुचि इनमें शनैः शनैः बढ़ चली। परिणामस्वरूप अब तक कानूनी सीमाओं से दूर इस क्षेत्र को भी कानूनी परिधियों में बांधने हेतु चर्चाएँ प्रारम्भ हो गई। 17 दिसम्बर 1973 को समुद्री कानून बनाने हेतु संयुक्त राष्ट्र (United Nations) का तीसरा सम्मेलन हुआ। इस सम्मेलन में एक अन्तर्राष्ट्रीय समिति के गठन का प्रस्ताव पारित किया गया। इस समिति को समुद्र संबंधी सभी निर्णय, जैसे समुद्र और महासागरों के जैवीय एवं खनिज भंडारों के उपयोग, तटीय राज्यों की सीमा रेखाएँ, प्रदूषण से समुद्री पर्यावरण की सुरक्षा व महासागरों में शान्ति जैसे निर्णय लेने थे। इसके बाद हुए अनेकों सत्र, सभाओं एवं प्रस्तावों के द्वारा अंततः 1981 में 164 स्वतंत्र राष्ट्रों के संयुक्त राष्ट्र में हुए अधिवेशन ने मिलकर एक प्रारूप तैयार किया और सभी राष्ट्र उसकी शर्तों के अनुसार गहरे समुद्र से खनन के लिए सहमत हो गये। अमरीका एवं रूस जैसे कुछ विकसित राष्ट अपने अलग नियम बनाने के इच्छुक थे परन्तु ज़्यादातर राष्ट्रों के एकमत होने से उनका पक्ष कमज़ोर हो गया। 130 राष्ट्र प्रारूप से पूरी तरह सहमत थे, 4 असहमत और 17 अनुपस्थित। असहमत राष्ट्र हैं—अमरीका, तुर्की, इज़राइल और वेनेज़ुयेला। इस प्रारूप में विकासशील देशों के हितों को ध्यान में रखते हुए उन्हें तकनीकी हस्तांतरण एवं उत्पादन सीमा निर्धारण जैसी सुविधाओं में **समुद्र तल प्राधिकरण** (Sea bed Authority) द्वारा सहयोग का प्रावधान रखा गया। इसके अनुसार यदि कोई राष्ट्र इन नियमों का पालन नहीं करता है तो वह राष्ट्र, नियम उल्लंघन का दोषी माना जायेगा।

इस अधिवेशन के अन्तर्गत 4 प्रस्ताव पारित किए गए। इसमें से प्रस्ताव

3 और 4 का संबंध समुद्र के अन्य क्षेत्रों से था जबकि प्रस्ताव 1 के अन्तर्गत **आयोजनात्मक आयोग** (Preparatory Commission) के गठन, **अन्तर्राष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण** (Sea Bed Authority) एवं **अन्तर्राष्ट्रीय समुद्री कानून न्यायालय** के गठन हेतु निर्णय लिया गया।

प्रस्ताव 2, बहुधात्विक पिंडों से संबंधित **प्रारंभिक कार्य** (Pioneer Work) जैसे—प्रारंभिक पूंजी निवेश पर नियंत्रण करने हेतु बनाया गया। प्रस्ताव 1 द्वारा गठित आयोजनात्मक आयोग को बहुधात्विक पिंडों से संबंधित कार्य प्रणाली बनाने हेतु सभी अधिकार प्राप्त थे। इस आयोग ने बहुधात्विक पिंडों से संबंधित जो नियम बनाये वे संक्षेप में इस प्रकार हैं :—

1. (i) वे राष्ट्र जिन्होंने पहली जनवरी 1983 याँ इससे पहले बहुधात्विक पिंडों से संबंधित **प्रारंभिक कार्यों** (Pioneer Work) हेतु कम से कम 300 लाख अमरीकी डालर खर्च किये हों तथा इस राशि का कम से कम 10% क्षेत्र के सर्वेक्षण में लगाया हो, वे **प्राथमिक पूंजी निवेशक** (Pioneer Investor) राष्ट्र होंगे। इस शर्त के अनुसार भारत, फ्रांस, जापान एवं सोवियत राष्ट्र संघ इस उपाधि के हकदार हैं।

   (ii) **प्रारंभिक कार्यों** में समुद्र में बहुधात्विक पिंडों की ख़ोज के लिए किए गए सर्वेक्षण व सर्वेक्षण तकनीकी (Technology) का विकास शामिल हैं। इसके अतिरिक्त इन पिंडों के स्वभाव, आकार, आकृति, धातुमात्रा, भार तथा घनत्व आदि से संबंधित अध्ययन भी ***"प्रारम्भिक कार्य"*** की परिभाषा में शामिल हैं। पिंडों के आर्थिक महत्व का अवलोकन, खनन तकनीकी का विकास एवं खनन से संबंधित पर्यावरण पर प्रभाव आदि इस कार्य की परिभाषा के अंतर्गत वर्णित हैं।

   (iii) समुद्र तल पर मिलने वाले पिंड जिनमें निकिल, कोबाल्ट, कॉपर व मैंगनीज धातुएँ हों बहुधात्विक पिंड कहलाते हैं।

   (iv) **'आयोग'** द्वारा प्रारंभिक कार्यों के लिए **'पूंजी निवेशक'** को आवंटित क्षेत्र **पायनियर क्षेत्र** (Pioneer Area) कहलाता है। यह क्षेत्र 1,50,000 वर्ग किलोमीटर से अधिक नहीं होना चाहिए। समुद्री कानून की शर्तो

के अनुसार **प्राथमिक पूंजी निवेशक** को इस क्षेत्र का कुछ भाग निम्न क्रमानुसार छोड़ना होगा :—

(क) आवंटन के तीसरे वर्ष के अंत तक इस क्षेत्र का 20% भाग;

(ख) पाँचवे वर्ष के अंत तक अतिरिक्त 10% क्षेत्र; तथा

(ग) आठवें वर्ष के अंत तक 20% अन्य भाग।

2. आयोग के कार्यशील होने के बाद कोई भी राष्ट्र जिसने **तीसरी संयुक्त राष्ट्र सभा** में हस्ताक्षर किये हों वह **''प्रथम पूंजी निवेशक''** बनने हेतु आवेदन कर सकता है। इस आवेदन के साथ सर्वेक्षण पर खर्च की गई लागत का प्रमाणपत्र संलग्न होना चाहिए।
3. (i) प्रत्येक आवेदक को एक बड़े क्षेत्र का ब्यौरा देना होगा जिसमें कम से कम 2 खदानें (Mine) बन सकें। यह क्षेत्र एक ही जगह पर न होकर अलग-अलग भी हो सकते हैं। इन दोनों खदानों में बहुधात्विक पिंडों का विस्तार, भार, धातुमात्रा तथा कुल व्यापारिक मूल्य बराबर होना चाहिए। महासागर में अक्षांश-देशान्तर रेखाओं के बीच इनकी स्थिति संपूर्ण विवरण के साथ आयोग के पास भेजी जानी चाहिए।

   (ii) उपरोक्त सूचनाओं के साथ आवेदन प्राप्ति के 45 दिन के अंदर ही इन दोनों में से एक क्षेत्र आयोग अपने पास (भविष्य में अन्य विकासशील राज्यों या इण्टरप्राइज के लिए) रखकर आवेदक को दूसरा क्षेत्र **सम्पूर्ण स्वामित्व** (Exclusive Rights) का अधिकार देकर सौंप देगा।
4. कोई भी **पूंजी निवेशक** एक से अधिक क्षेत्र के लिये आवेदन नहीं कर सकता है।
5. (i) कोई भी अन्य राष्ट्र यदि किसी क्षेत्र के लिए आवेदन करना चाहता है, तो उसे इस बात का ध्यान रखना होगा कि यह क्षेत्र, पहले किसी राष्ट्र को आवंटित किये गए क्षेत्र का हिस्सा न हो। यदि किसी परिस्थिति में ऐसा हो जाता है तो दोनों राष्ट्र इस समस्या को आपस में सुलझाने की कोशिश करेंगे और इसकी सूचना आयोग को देते रहेंगे।

(ii) उपर्युक्त झगड़े को यदि दोनों राष्ट्र आपस में न सुलझा सकें तो इनके सभी दावे **पंचायती कानूनी नियमों** के अनुसार पूरे किये जायेंगे।

(क्षेत्र का यह भाग दोनों में से किस आवेदक को दिया जायेगा, इसके संबंध में बनाए अनुच्छेदों का विवरण यहाँ करने की जरूरत नहीं है क्योंकि भारत का खनन क्षेत्र इन सब विवादों से परे है।)

6. **प्राथमिक पूंजी-निवेशक** को पंजीकरण की तिंथि के बाद से इस क्षेत्र में प्राथमिक क्रियाओं के लिये सम्पूर्ण अधिकार प्राप्त होंगे।
7. (i) आवेदक को आवेदन-पत्र के साथ सभा द्वारा स्वीकृत फीस (250,000 अमरीकी डालर) आयोग को देनी होगी।

   (ii) प्रत्येक आवेदक को क्षेत्र आवंटन की तिथि के बाद से प्रतिवर्ष 10 लाख अमरीकी डालर फीस देनी पड़ेगी।

(भारत ने आयोग क़ी सम्मति से यह फीस खनन शुरू होने तक न देने का निर्णय लिया है।)

8. **पंजीकृत प्राथमिक पूंजी निवेशक** को 6 माह के अंदर अपनी कार्य-योजनां आयोग को देनी होगी। जिसमें आर्थिक एवं तकनीकी हस्तान्तरण जैसी सभी आवश्यकताओं का सम्पूर्ण उल्लेख होना चाहिए।
9. **पूंजी निवेशक** प्राधिकरण को जब यह सूचित करेगा कि अब से 5 वर्ष के अंदर ही वह **व्यापारिक खनन** (Commercial Mining) शरू करने वाला है, आयोग उसे **उत्पादकता अधिकार** प्रदान कर देगा। यदि किसी कारणवश आयोग को सूचित करने के बाद भी निवेशक 5 साल के अंदर उत्पादन न शुरू कर सके तो उसे पुनः खनन-कार्य 5 साल तक बढ़ाने के लिये आवेदन करना पड़ेगा। दूसरे निवेशक जिन्होंने अतिरिक्त समय की मांग नहीं की हो, उन्हें हर हालत में काम शुरू करने की प्राथमिकता होगी।
10. समुद्र तल प्राधिकरण तथा इसकी सभी शाखाओं को उपर्युक्त प्रस्ताव 2 के अंतर्गत बनाए सभी नियमों एवं आयोग के अधिकारों का आदर करना होगा।

भारतीय खनन क्षेत्र

स्वतंत्रता की चालीसवीं वर्षगांठ मनाकर भारत अभी उठा ही था कि 17 अगस्त 1987 के दिन उसे एक नई खुशी की ख़बर सुनाई दी। देश के 24 राज्यों में उड़ीसा के क्षेत्रफल के लगभग बराबर जलमग्न खनिजों से भरी भूमि पर देश के **संपूर्ण अधिकार** प्राप्ति की खबर (चित्र 45)। यह भूमि मध्य हिंद महासागर में 5000 मीटर पानी तले है और इस पर बिखरे हुए हैं खनिजों के भावी स्रोत बहुधात्विक पिंड।

17 अगस्त 1987 को न्यूयार्क में **अन्तर्राष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण** की बैठक में भारत के आवेदन पत्र पर जांच चल रही थी। आयोग द्वारा गठित **महासमिति** (General Assembly) द्वारा मुख्यतः निम्न घोषणाओं को परखा जा रहा था :—

1. आवेदक (यानी भारत) संयुक्त राष्ट्र में हुई सभा में 10 दिसम्बर 1982 को हस्ताक्षर कर चुका है।
2. आवेदक का याचिका क्षेत्र (Application Area) 'मध्य हिंद महासागर' अन्तर्राष्ट्रीय समुद्र क्षेत्र का भाग है जो किसी भी राष्ट्र की कानूनी सीमा से हटकर है।
3. आवेदक ने आयोग को विश्वास दिलाया है कि इस क्षेत्र हेतु किसी भी अन्य देश ने पूर्ण या आंशिक रूप से आवेदन नहीं किया है।
4. आवेदक, आयोग द्वारा निर्धारित 2,50,000 अमरीकी डॉलर पंजीकरण फीस किसी भी समय देने को तैयार है।
5. आवेदक ने किसी अन्य क्षेत्र में खनन-क्षेत्र के लिए आवेदन नहीं किया है।

चित्र 45 : हिन्द महासागर मे आवंटित क्षेत्र। **क्षेत्र (अ)** भारत को आवटित 153,000 वर्ग किलोमीटर। **क्षेत्र (ब)** समुद्रतल प्राधिकरण के लिए आरक्षित 150,000 वर्ग किलोमीटर।

6. आवेदक ने परिच्छेद 12 के अनुसार बहुधात्विक पिंडों के सर्वेक्षण आदि के संदर्भ में निर्धारित पूंजी खर्च की है।
7. आवेदक समुद्री वातावरण के संरक्षण के लिए आयोग द्वारा बनाए सभी नियमों का पालन करने को तैयार है।
8. आवेदन, प्रस्ताव 2 के दस्तावेजों में लिखित वक्तव्यों के अनुसार है।
9. आवेदन क्षेत्र की महासागर में अक्षांश एवं देशांतर रेखाओं के बीच स्थिति का सम्पूर्ण विवरण संलग्न है।
10. दोनों खनन क्षेत्र अ (A) एवं ब (B) में लगभग बराबर आर्थिक व्यापारिक मूल्य के धातु भंडार हैं; अतः
    (क) क्षेत्र ब (B) को समुद्र तल प्राधिकरण के लिए आरक्षित घोषित किया जा सकता है; और

(ख) क्षेत्र अ (A) 150,000 वर्ग किलोमीटर (आवेदक को 'सम्पूर्ण स्वामित्व' का अधिकार देकर) आवंटित किया जा सकता है।

कानूनी नज़रिये से जाँचने के पश्चात् इस महासमिति ने भारत की याचिका उचित पाई। इस समिति ने **संयुक्त राष्ट्र सभा** के महासचिव (Secretary General) से अनुरोध किया कि वे आयोग के सभी सदस्यों को बैठक का निर्णय बता दें। समिति द्वारा इससे संबंधित प्रमाण पत्र (चित्र 46) में सब स्पष्ट अंकित कर भारत (आवेदक) को देने की सिफारिश की गई। अतः **अंतर्राष्ट्रीय समुद्र प्राधिकरण एवं अन्तर्राष्ट्रीय समुद्री नियम न्यायालय** द्वारा गठित आयोजनात्मक आयोग के अध्यक्ष श्री जोस लुई जीसस ने निम्न वर्णन प्रमाण-पत्र पर लिखकर प्रमाणित किया :

"मैं यह प्रमाणित करता हूँ कि उपर्युक्त निर्णय महासमिति द्वारा 17 अगस्त 1987 को लिखा गया"–श्री जोस लुई जीसस।

यह प्रमाण पत्र भारत के वैज्ञानिकों, इंजीनियरों, प्रबंधकों एवं राजनीतिज्ञों द्वारा इस बहुमुखी योजना हेतु किये गए सम्मिलित प्रयास की सफलता का द्योतक है।

उपसंहार

"गहरे समुद्र में खनन-क्षेत्र के पंजीकरण हेतु हमारा दावा वास्तव में स्वदेशी वैज्ञानिक क्षमताओं का ठोस प्रमाण है।" स्वर्गीय प्रधानमंत्री राजीव गांधी ने 26 अगस्त 1987 को संसद में यह वक्तव्य देते हुए आगे कहा, *"मुझे पूरा विश्वास है कि हमारे वैज्ञानिक एवं इंजीनियर, जिन्होंने विज्ञान के नए क्षितिज (सागर के रहस्य) को खोलने का साहसपूर्ण कार्य हाथ में लिया है, उनके द्वारा किए गए इस श्रेष्ठ कार्य के प्रति हमारी प्रशंसा को यह सदन लिपिबद्ध करेगा।"*

स्वर्गीय प्रधानमंत्री का अंग्रेजी में दिया गया यह वक्तव्य (Statement) संयुक्त राष्ट्र द्वारा 17 अगस्त 1987 को भारत को मध्य हिंद महासागर में बहुधात्विक पिंडों के सर्वेक्षण एवं खनन कार्यों हेतु 150,000 वर्ग किलोमीटर के क्षेत्र में प्राप्त **सम्पूर्ण स्वामित्व** की घोषणा से संबंधित था। भारत, विश्व का प्रथम देश है जो स्वयं विकासशील होते हुए भी यह सम्मान प्राप्त कर सका।

सर्वेक्षण के क्षेत्र में प्राप्त इस सिद्धहस्तता का उपयोग कर भारत ने सिसिली (Seychelles) एवं मॉरीशस सरकारों के अनुरोध पर उनके 'अनन्य आर्थिक क्षेत्र' (Exclusive Economic Zone) का सर्वेक्षण किया है। इन परिणामों के आधार पर भारत ने इन देशों को बहुधात्विक पिंडों की उपस्थिति वाले क्षेत्रों का सर्वेक्षण करने की सलाह दी है।

गहरे समुद्र के खनन से देश को एक नया तकनीकी आधार मिलने की संभावना है। इस नये उद्योग से अनेकों लोगों को रोज़गार मिल सकेगा। कुछ वैज्ञानिक आर्थिक महत्व की धातुएँ निकालने के बाद अपशिष्ट पदार्थ से भवन निर्माण सामग्री, खिलौने, गमले आदि बनाने के समानान्तर उद्योग की बात भी सोचने लगे हैं।

सर्वेक्षण की सफलता के बाद भारत में खनन तकनीक (Mining Technology) का विकास होने तक कुछ वर्षों का समय व्यतीत होने की आशा है। विज्ञान के इस नए क्षेत्र में प्रवेश करने से देश को न केवल समुद्री वातावरण की विभिन्न परिस्थितियों के अध्ययन एवं खनिजों की उपलब्धि होगी, वरन उच्च तकनीकी के विकास में भी सहायता मिलेगी।

सुदूर समुद्र में अनोखा प्राकृतिक साम्राज्य देखने को मिलता है। सूर्यास्त के समय लगता है मानो सूरज समुद्र मे डूबा जा रहा हो। उड़ने वाली मछलियों को देखकर चिड़ियों का भ्रम होता है। जुगुनू की तरह चमकने वाले (Bioluminescene) ऑस्ट्रोकॉड और मछलियाँ, पानी में इस तरह टिमटिमाते दिखते है जैसे संपूर्ण तारा मण्डल की परछाई समुद्र में पड़ रही हो। चांदनी रातों में समुद्र में दूर-दूर तक पड़ती चन्द्र किरणें बहुत ही मनमोहक लगती है। कभी-कभी कोई भटकी चिड़िया (Sea Gull) डरी हुई सी आकर जहाज पर बैठ जाती है तो वह कभी-कभी पूरी समुद्री यात्रा तक साथ देती है।

कुछ संबंधित संदर्भ

1. डा. एस.जेड. कासिम एवं डा. आर.आर. नायर द्वारा 1988 मे संपादित—**फ्राम फर्स्ट नोड्यूल टु फर्स्ट माइन साइट : एन एकाउन्ट ऑफ दि पॉलीमेटैलिक नोड्यूल प्रोजेक्ट।** *प्रकाशक*— महासागर विकास विभाग नई दिल्ली एवं राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, गोवा।
2. यूनाइटेड नेशन्स की ओशन एकोनामिक्स एवं टेक्नॉलाजी ब्रान्च के सहयोग से ग्राहम एण्ड ट्राटमैन लिमिटेड द्वारा *प्रकाशित*—
   (1) **असेसमेंन्ट ऑफ एक्सप्लोरेशन एण्ड माइनिंग टेक्नालॉजी फॉर मैंगनीज़ नोड्यूल्स**— भाग 2, 1984
   (2) **एसेसमेंट ऑफ मैंगनीज़ नोड्यूल रिसोर्सिज**— भाग-1 1992
   (3) **एनालेसिस ऑफ प्रासेसिंग टेक्नालॉजी फार मैंगनीज़ नोड्यूल्स**—भाग 3, 1986
3. जे.एस. पियरसन द्वारा 1975 में लिखित **ओशन फ्लोर माइनिंग।** *प्रकाशक*— नोयस डेटा कार्पोरेशन, लन्दन।
4. एच.थील, ई.जे. फोयल एवं जी श्रीवर द्वारा लिखित **पोटेन्शियल एन्वायरनमेंटल एफेक्ट्स ऑफ डीप सी बेड माइनिंग।** इन्स्टीट्यूट ऑफ हाइड्रोबायलॉजी एण्ड फिशरी, हैम्बर्ग द्वारा 1991 में छपी रिपोर्ट नं. 26, आई. एस. एस. नं. 0936 – 949
5. ऐलिजाबेथ मान--बारगीज द्वारा 1975 में लिखित **दि ड्रामा ऑफ दि ओशन्स।** *प्रकाशक*—हैरी एन एब्राहम, आई एन सी पब्लिशर्स, न्यूयार्क।
6. एन. सी. फ्लेमिंग, मुख्य सम्पादक, **दि अण्डर सी** 1977, *प्रकाशक*—कैसेल एण्ड कम्पनी, न्यूयार्क।
7. जी.ई. डिकन, मुख्य सम्पादक, **ओशन्स, एन एटलस-हिस्ट्री ऑफ मैन्स एक्सप्लोरेशन आफ दि डीप** 1962, *प्रकाशक*—पाल हैमलियन वेस्ट बुक हाउस, लंदन।
8. सी.पी. आइडिल, संपादक, **एक्सप्लोरिंग दि ओशन वर्ड,** 1969, *प्रकाशक*—थॉमस वाय, क्रोवेल कम्पनी, न्यूयार्क।
9. भारतीय खान ब्यूरो की **मिनरल इअर बुक,** 1991, नागपुर।

its ownership of Edison's carbon transmitter invention, the Western Union company came to enjoy an annual income of several hundred thousand dollars for some years as a compensation for its retirement from telephony under this agreement

The principle involved in Edison's carbon-transmitter gave birth to another interesting device called the microphone, by means of which the faintest sounds could be very plainly heard For instance, the footsteps of a common house-fly make a loud noise when the hearing is assisted by the microphone As every one knows, the microphone is universally used in our modern radio

This invention was claimed at the time for Professor Hughes, of England. Whatever credit might be due to him for the form he proposed, a standard history ascribes two original forms of the microphone to Edison, and he himself remarks "After I sent one of my men over to London especially to show Preece the carbon transmitter, when Hughes first saw it, and heard it—then within a month he came out with the microphone, without any acknowledgment whatever Published dates will show that Hughes came along after me"

The carbon transmitter has not been the only way in which Edison has utilized the peculiar property that carbon possesses of altering its resistance to the passage of current according to the degree of pressure brought to bear on it

For his quadruplex system he constructed a rheostat, or resistance box, with a series of silk disks saturated with plumbago and well dried The pres-

sure on the disks can be regulated by an adjustable screw, and in this way the resistance of the circuit can be varied

He also developed a "pressure," or carbon, relay, by means of which signals of variable strength can be transferred from one telegraphic circuit to another The poles of the electromagnet in the local or relay circuit are hollowed out and filled up with carbon disks or powdered plumbago

If a weak current passes through the relay the armature will be but feebly attracted and will only compress the carbon slightly Thus the carbon will offer considerable resistance and the signal on the local sounder will be weak.

If, on the contrary, the incoming current be strong, the armature will be strongly attracted, the carbon will be more compressed, thus lowering the resistance and giving a loud signal on the local sounder

Another beautiful and ingenious use of carbon was made by Edison in an instrument invented by him called the tasimeter This device was used for indicating most minute degrees of heat, and was so exceedingly sensitive that in one case the heat of rays of light from the remote star Arcturus showed results

The tasimeter is a very simple instrument A strip of hard rubber rests vertically on a platinum plate, beneath which is a carbon button, under which again lies another platinum plate The two plates and the carbon button form part of an electric circuit containing a battery and a galvanometer Hard

rubber is very sensitive to heat, and the slightest rise of temperature causes it to expand, thus increasing the pressure on the carbon button This produces a variation in resistance shown by the swinging of the galvanometer needle

This instrument is so sensitive that with a delicate galvanometer the heat of a person's hand thirty feet away will throw the needle off the scale

XII

MAKING A MACHINE TALK

IF ONE had never heard a phonograph, it would seem as though it would be impossible to take some pieces of metal and make a machine that would repeat speaking, singing, or instrumental music just like life

So, before the autumn of 1877, when Edison invented the phonograph, the world thought such a thing was entirely out of the question Indeed, Edison's own men in his workshop, who had seen him do some wonderful things, thought the idea was absurd when he told them that he was making a machine to reproduce human speech.

One of his men went so far as to bet him a box of cigars that the thing would be an utter failure when finished, but, as every one knows, Edison won the bet, for the very first time the machine was tried it repeated clearly all the words that were spoken into it

A story has often been told in the newspapers that the invention was made through Edison's finger being pricked by a point attached to a vibrating telephone diaphragm, but this is not true.

The invention was not made through any accident, but was the result of pure reasoning, and in this case, as in many others, fact is more wonderful than

fiction Mr. Edison's own account of the invention of the phonograph is intensely interesting

"I was experimenting," he says, "on an automatic method of recording telegraph messages on a disk of paper laid on a revolving platen, exactly the same as the disk talking-machine of to-day The platen had a spiral groove on its surface, like the disk Over this was placed a circular disk of paper, an electro-magnet with the embossing point connected to an arm travelled over the disk, and any signals given through the magnets were embossed on the disk of paper If this disk was removed from the machine and put on a similar machine provided with a contact point the embossed record would cause the signals to be repeated into another wire The ordinary speed of telegraphic signals is thirty-five to forty words a minute, but with this machine several hundred words were possible

"From my experiments on the telephone I knew of the power of a diaphragm to take up sound vibrations, as I had made a little toy which when you recited loudly in the funnel would work a pawl connected to the diaphragm, and this, engaging a ratchet-wheel, served to give continuous rotation to a pulley This pulley was connected by a cord to a little paper toy representing a man sawing wood Hence, if one shouted 'Mary had a little lamb,' etc, the paper man would start sawing wood I reached the conclusion that if I could record the movements of the diaphragm properly I could cause such records to reproduce the original movements imparted to the diaphragm by the voice, and thus

succeed in recording and reproducing the human voice.

"Instead of using a disk I designed a little machine, using a cylinder provided with grooves around the surface. Over this was to be placed tin-foil, which easily received and recorded the movements of the diaphragm. A sketch was made, and the piecework price, eighteen dollars, was marked on the sketch. I was in the habit of marking the price I would pay on each sketch. If the workman lost, I would pay his regular wages; if he made more than the wages, he kept it. The workman who got the sketch was John Kruesi. I didn't have much faith that it would work, expecting that I might possibly hear a word or so that would give hope of a future for the idea. Kruesi, when he had nearly finished it, asked what it was for. I told him I was going to record talking, and then have the machine talk back. He thought it absurd. However, it was finished; the foil was put on; I then shouted 'Mary had a little lamb,' etc. I adjusted the reproducer, and the machine reproduced it perfectly. I was never so taken back in my life. Everybody was astonished. I was always afraid of things that worked the first time. Long experience proved that there were great drawbacks found generally before they could be made commercial; but here was something there was no doubt of."

No wonder that John Kruesi, as he heard the little machine repeat the words that had been spoken into it, ejaculated in an awe-stricken tone "Mein Gott im Himmel!" No wonder the "boys" joined hands

and danced around Edison, singing and shouting No wonder that Edison and his associates sat up all night fixing and adjusting it so as to get better and better results—reciting and singing and trying one another's voices and listening with awe and delight as the crude little machine repeated the words spoken or sung into it

The news quickly became public, and the newspapers of the world published columns about this wonderful invention Mr Edison was besieged with letters from every part of the globe Every one wanted to hear this machine, and in order to satisfy a universal demand for phonographs to be used for exhibition purposes he had a number of them made and turned them over to various individuals, who exhibited them to great crowds around the country These were the machines in which the record was made on a sheet of tin-foil laid around the cylinder

They created great excitement both in America and abroad. The announcement of a phonograph concert was sufficient to fill a hall with people who were curious to hear a machine talk and sing.

In the next year, 1878, Edison entered upon his experiments in electric lighting His work in this field kept him intensely busy for nearly ten years, and the phonograph was laid aside as far as he was concerned

He had not forgotten it, however, for he had fully realized its tremendous possibilities very quickly after its invention This is shown by an article he wrote for the *North American Review,* which appeared in the summer of 1878. In that

article he predicted the possible uses of the phonograph, many of which have since been fulfilled

In 1887, having finished the greatest part of his work on the electric light, he turned to the phonograph once more Realizing that the tin-foil machine was not an ideal type and could not come into common use, he determined to re-design it, and make it an instrument that could be handled by any one

This meant the design and construction of an entirely different type of machine, and resulted in the kind of phonograph with which every one is familiar in these modern days One of the chief differences was the use of a wax cylinder instead of tin-foil, and, instead of indenting with a pointed stylus, the record is cut into the wax with a tiny sapphire, the next hardest jewel to a diamond

Into his improvements of the phonograph Mr Edison has put an enormous amount of time and work He has never lost interest, but has worked on it more or less through all the intervening years up to the present time. Even during recent years he has expended a prodigious amount of energy in improving the reproducer and other parts, spending night after night, and frequently all night, at the laboratory.

Inasmuch as great quantities of phonographs were sold, requiring millions of records, one of the difficulties to be overcome was to make large numbers of duplicates from an original record made by a singer, speaker, or band of musicians

This difficulty will be perceived when it is stated

that the record cut into the wax cylinder is hardly ever greater than one-thousandth of an inch deep, which is less than the thickness of a sheet of tissue paper, and in a single phonograph record there are many millions of sound-waves so recorded

Through endless experiments of Edison and his working force, and with many ingenious inventions, however, these difficulties were overcome one by one.

It may be added that the phonograph was an invention so absolutely new that when Mr Edison applied for his original patent, in 1877, the Patent Office could not find that any such attempt had ever before been made to record and reproduce speech or other sounds, and the patent was granted immediately. He has since taken out more than one hundred patents on improvements

The original patent has long since expired, and many kinds of talking-machines are now made by others also, but they all operate on the identical principle which Edison was the first to discover and put into actual practice

XIII

A NEW LIGHT IN THE WORLD

IN THESE modern times an incandescent electric lamp is such an every-day affair as to be a familiar object even to a small child But only a few years ago—a little over thirty—the man who proposed and invented it was derided in the news papers, and called a madman and a dreamer

If among Edison's numerous inventions there should be selected one or a class that might be considered the greatest, it seems to be universal opinion that the palm would be awarded to the incandescent lamp and his *complete system* for the distribution of electric light, heat, and power These inventions as a class, and what has sprung from them, have brought about most wonderful changes in the world

The year 1877 was a busy one at Edison's laboratory at Menlo Park He was engaged on the telephone, on acoustic electric transmission, sextuplex telegraphs, duplex telegraphs, miscellaneous carbon articles, and other things He also commenced experimenting on the electric light

Besides, as we have seen in the previous chapter, he invented the phonograph The great interest and excitement caused by the latter invention took up nearly all of his time and attention for many

months, and, indeed, up to July, 1878. He then took a vacation and went out to Wyoming with a party of astronomers to observe an eclipse of the sun and to make a test of his tasimeter

He was absent about two months, coming home rested and refreshed Mr Edison says "After my return from the trip to observe the eclipse of the sun I went with Professor Barker, professor of physics in the University of Pennsylvania, and Dr Chandler, professor of chemistry in Columbia College, to see Mr Wallace, a large manufacturer of brass in Ansonia, Connecticut Wallace at this time was experimenting on series arc lighting Just at that time I wanted to take up something new, and Professor Barker suggested that I go to work and see if I could subdivide the electric light so it could be got in small units like gas This was not a new suggestion, because I had made a number of experiments on electric lighting a year before this They had been laid aside for the phonograph I determined to take up the search again and continue it On my return home I started my usual course of collecting every kind of data about gas, bought all the transactions of the gas engineering societies, etc, all the back volumes of gas journals, etc Having obtained all the data, and investigated gas-jet distribution in New York by actual observations, I made up my mind that the problem of the subdivision of the electric current could be solved and made commercial"

The problem which Edison had undertaken to solve was a gigantic one. The arc light was then

known and in use to a very small extent, but the subdivision of the electric light—as it was then called—had not been accomplished. It had been the dream of scientists and inventors for a long time

Innumerable trials and experiments had been made in America and Europe for many years, but without success Although a great number of ingenious lamps had been made by the foremost inventors of the period, they were utterly useless as part of a scheme for a system of electric lighting In fact, these efforts had been so unsuccessful that many of the leading scientists of the time, even as late as 1879, declared that the subdivision of the light was an impossibility

The chief trouble was that the early experimenters did not conceive the idea of a *system,* and worked only on a lamp They all seemed to have the idea that an electric lamp was the main thing and that it should be of low resistance and should be operated on a current of very low voltage, or pressure. They, therefore experimented on lamps using short carbon rods or strips for burners, which required a large quantity of current.

Electric lighting with this kind of lamp was indeed a practical impossibility. The quantity of current required for a large number of them would have been prodigious, giving rise to tremendous problems on account of the heating effects Besides, the most fatal objection was the cost of copper for conductors, which for a city section of about half a mile square would have cost not less than a hundred

million dollars, on account of the enormous quantity of current that would be required

Mr Edison realized at the beginning that previous experimenters had failed because they had been following the wrong track He knew that electric lighting could not be a success unless it could be sold to the public at a reasonable price and pay a profit to those who supplied it With such lamps as had been proposed, requiring such an enormous outlay for copper, this would have been impossible Besides, there would not have been enough copper in the world to supply conductors for one large city

Edison did what he has so often done before and since He turned about and went in the opposite direction He reasoned that in order to develop a successful system of electric lighting the cost of conductors must come within very reasonable limits To insure this, he must invent a lamp of comparatively high resistance, requiring only a small quantity of current, and with a burner having a small radiating surface.

Having the problem clearly in mind, Edison went to work in the fall of 1878 with that enthusiastic energy so characteristic of him His earliest experiments were made with carbon as the burner for his lamp In the previous year he had also experimented on this line, beginning with strips of carbon burned in the open air, and then *in vacuo* by means of a hand-worked air-pump These strips burned only a few minutes On resuming his work in 1878 he again commenced with carbon, and made a very large number of trials, all *in vacuo*. Not only did

he try ordinary strips of carbonized paper, but tissue-paper coated with tar and lampblack was rolled into thin sticks, like knitting-needles, carbonized and raised to the white heat of incandescence *in vacuo*

He also tried hard carbon, wood carbon, and almost every conceivable variety of paper carbon in like manner But with the best vacuum that he could then get by means of the ordinary hand-pump the carbons would last at the most only from ten to fifteen minutes in a state of incandescence

It was evident to Edison that such results as these were not of commercial value He feared that, after all, carbon was not the ideal substance he had thought it was for an incandescent lamp-burner The lamp that he had in mind was one which should have a tough, hair-like filament for a light-giving body that could be maintained at a white heat for a thousand hours before breaking

He therefore turned his line of experiments to wires made of refractory metals, such as platinum and iridium, and their alloys These metals have very high fusing points, and while they would last longer than the carbon strips, they melted with a slight excess of current after they had been lighted but a short time

Nevertheless, Edison continued to experiment along this line, making some improvements, until about April, 1879, he made an important discovery which led him to the first step toward the modern incandescent lamp He discovered that if he introduced a piece of platinum wire into an all-glass globe, completely sealed and highly exhausted of air,

and passed a current through the platinum wire while the vacuum was being made the wire would give a light equal to twenty-five candle-power without melting Previously, the same length of wire would melt in the open air when giving a light equal to four candles

He thus discovered that the passing of current through the platinum while the vacuum was being obtained would drive out occluded gases (*i e*, gases mechanically held in or upon the metal) This was important and soon led to greater results

Edison and his associates had been working night and day at the Menlo Park laboratory, and now that promising results were ahead their efforts went on with greater vigor than ever Taking no account of the passage of time, with an utter disregard of meal-times, and with but scanty hours of sleep snatched reluctantly at odd periods, Edison labored on, and the laboratory was kept going without cessation

Following up the progress he had made, Edison made improvement after improvement, especially in the line of high vacua, and about the beginning of October had so improved his pumps that he could produce a vacuum up to the one-millionth part of an atmosphere It should be understood that the maintaining of such a high vacuum was only rendered possible by Edison's invention of a one-piece all-glass globe, hermetically sealed during its manufacture into a lamp

In obtaining this perfection of vacuum apparatus Edison realized that he was drawing nearer to a

solution of the problem. For many reasons, however, he was dissatisfied with platino-iridium filaments for burners, and went back to carbon, which from the first he had thought of as an ideal substance for a burner.

His next step proved that he was correct On October 21, 1879, after many patient trials, he carbonized a piece of cotton sewing-thread bent into a loop or horseshoe form, and had it sealed into a glass globe from which he exhausted the air until a vacuum up to one-millionth of an atmosphere was produced This lamp, when put on the circuit, lighted up brightly to incandescence and maintained its integrity for over forty hours, and lo! the practical incandescent lamp was born The impossible, so called, had been attained; subdivision of the electric current was made practicable; the goal had been reached, and one of the greatest inventions of the century was completed

Edison and his helpers stayed by the lamp during the whole forty hours watching it, some of the men making bets as to how long it would burn It may well be imagined that there was great jubilation throughout the laboratory during those two days of delight and anxiety

But now that the principle was established work was renewed with great fervor in making other lamps A vast number of experiments were made with carbons made of paper, and the manufacture of lamps with these paper carbons was carried on continuously A great number of these were made and put into actual use

Edison was not satisfied, however He wanted something better He began to carbonize everything that he could lay hands on In his laboratory note-books are innumerable jottings of the things that were carbonized and tried, such as tissue-paper, soft paper, all kinds of cardboards, drawing paper of all grades, paper saturated with tar, all kinds of threads, fish-line, threads rubbed with tarred lampblack, fine threads plaited together in strands, cotton soaked in boiling tar, lamp-wick, twine, tar and lampblack mixed with a proportion of lime, vulcanized fiber, celluloid, boxwood, cocoanut hair and shell, spruce, hickory, baywood, cedar, and maple shavings, rosewood, punk, cork, bagging, flax, and a host of other things

He also extended his searches far into the realms of nature in the line of grasses, plants, canes, and similar products, and in these experiments at that time and later he carbonized, made into lamps, and tested no fewer than six thousand different species of vegetable growths

At this time Edison was investigating everything with a microscope One day he picked up a palm-leaf fan and examined the long strip of cane binding on its edge He gave it to one of his assistants, telling him to cut it up into filaments, carbonize them, and put them into lamps

These proved to be the best thus far obtained, and on further examination Edison decided that he had now found the best material so far tried, and a material entirely suitable for his lamps

Within a very short time he sent a man off to

China and Japan to search for bamboo, with instructions to keep on sending samples until the right one was found This man did his work well, and among the species of bamboo he sent was one that was found satisfactory Mr Edison obtained a quantity of this and arranged with a farmer in Japan to grow it for him and to ship regular supplies This was done for a number of years, and during that time millions of Edison lamps were regularly made from that particular species of Japanese bamboo

Mr Edison did not stop at this, however He was continually in search of the best, and sent other men out to Cuba, Florida, and all through South America to hunt for something that might be superior to what he was using Another man was sent on a trip around the world for the same purpose

Some of these explorers met with striking adventures during their travels, and all of them sent vast quantities of bamboos, palms, and fibrous grasses to the laboratory for examination, but Edison never found any of them better for his purposes than the bamboo from Japan

In this remarkable exploration of the world for such a material will be found an example of the thoroughness of Edison's methods He is not satisfied to believe he has the best until he has proved it, and this search for the best bamboo was so thorough that it cost him altogether about one hundred thousand dollars

In the meantime he was experimenting to manufacture an artificial filament that would be better than bamboo He finally succeeded in his efforts,

and brought out what is known as a "squirted" filament This was made of a cellulose mixture and pressed out in the form of a thread through dies. This kind of filament has gradually superseded the bamboo in the manufacture of lamps

We have been obliged to confine ourselves to a very brief outline history of the invention and development of the incandescent lamp To tell the detailed story of the intense labors of the inventor and his staff of faithful workers would require a volume as large as the present one.

All that could be done in the space at our disposal was to try and give the reader a general idea of the clear thinking, logical reasoning, endless experimenting, hard work, and thoroughness of method of Edison in the creation of a new art

XIV

MENLO PARK

IN THE history of the world's progress, Menlo Park, New Jersey, will ever be famous as the birthplace of the carbon transmitter, the phonograph, the incandescent lamp, the commercial dynamo, and the fundamental systems of distributing electric light, heat, and power

In this list might also be included the electric railway, for while others had previously made some progress in this direction, it was in this historic spot that Edison did his pioneer work that advanced the art to a stage of practicability

The name of Menlo Park will not have as striking a significance to the younger readers as to their elders whose recollections carry them back to the years between 1876 and 1886 During that period the place became invested with the glamor of romance by reason of the many startling and wonderful inventions coming out of it from time to time

Edison worked there during these ten years He had adopted Invention as a profession As we have seen, he had always had a passion for a laboratory Thus, from the little cellar at Port Huron, from the scant shelves in a baggage car, from the nooks and corners of dingy telegraph offices, and the grimy little shops in New York and Newark, he had come

to the proud ownership of a *real* laboratory where he could wrestle with Nature for her secrets

Here he could experiment to his heart's content, and invent on a bolder and larger scale than ever before All the world knows that he did

Menlo Park was the merest hamlet, located a few miles below Elizabeth Besides the laboratory buildings, it had only a few houses, the best-looking of which Edison lived in Two or three of the others were occupied by the families of members of his staff, in the others boarders were taken.

During the ten years that Edison occupied his laboratory there, life in Menlo Park could be summed up in one short word—work Through the days and through the nights, year in and year out, for the most part, he and his associates labored on unceasingly, snatching only a few hours of sleep here and there when tired nature positively demanded it Such a scene of concentrated and fruitful activity the world has probably never seen

The laboratory buildings consisted of the laboratory proper, the library and office, a machine shop, carpenter shop, and some smaller buildings, and, later on, a wooden building, which was used for a short time as an incandescent lamp factory

Here Edison worked through those busy years, surrounded by a band of chosen assistants, whose individual abilities and never-failing loyalty were of invaluable aid to him in accomplishing the purposes that he had in mind

As to these associates, we quote Mr Edison's own words from an autobiographical article in the

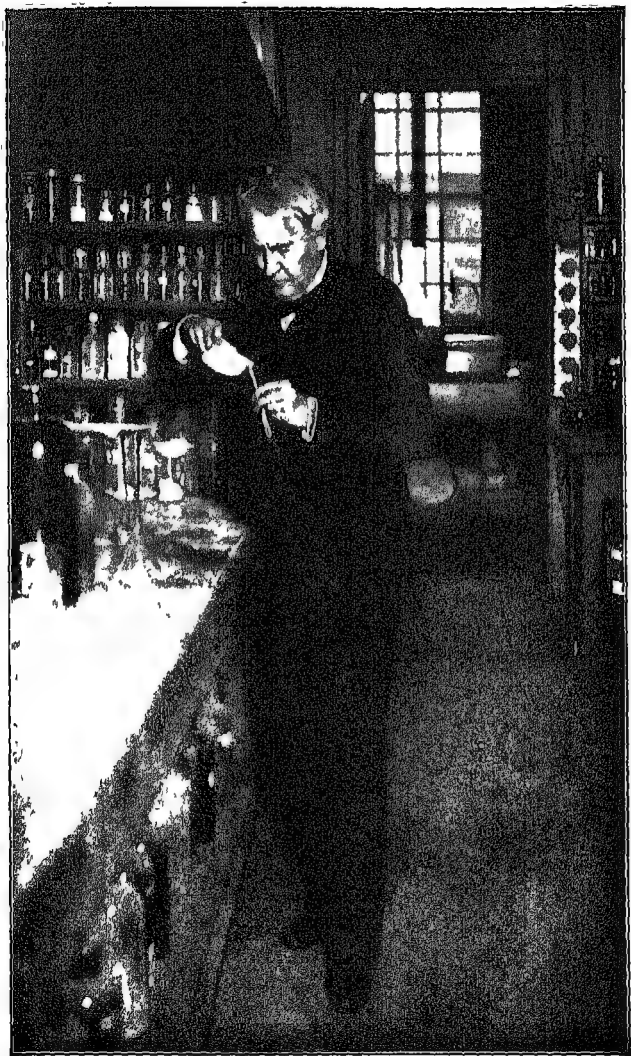
Electrical World of March 5, 1904· "It is interesting to note that in addition to those mentioned above (Charles Batchelor and Francis R Upton), I had around me other men who ever since have remained active in the field, such as Messrs Francis Jahl, William J Hammer, Martin Force, Ludwig K Boehm, not forgetting that good friend and co-worker, the late John Kruesi They found plenty to do in the various developments of the art, and as I now look back I sometimes wonder how we did so much in so short a time"

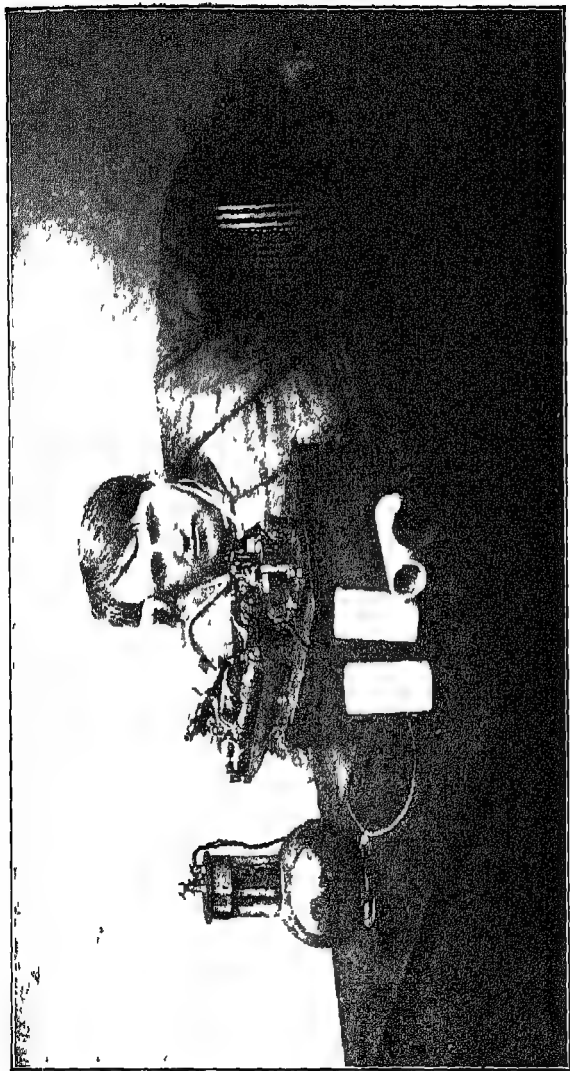
To this roll of honor may be added the names of a few others The Carman brothers, Stockton L Griffin, Dr A Haid, John F Ott (still with Mr Edison at Orange), John W Lawson, Edward H Johnson, Charles L Clarke, William Holzer, James Hipple, Charles T Hughes, Samuel D Mott, Charles T Mott, E G Acheson, Dr E L Nichols, J H Vail, W S Andrews, and Messrs Worth, Crosby, Herrick, Hill, Isaacs, Logan, and Swanson

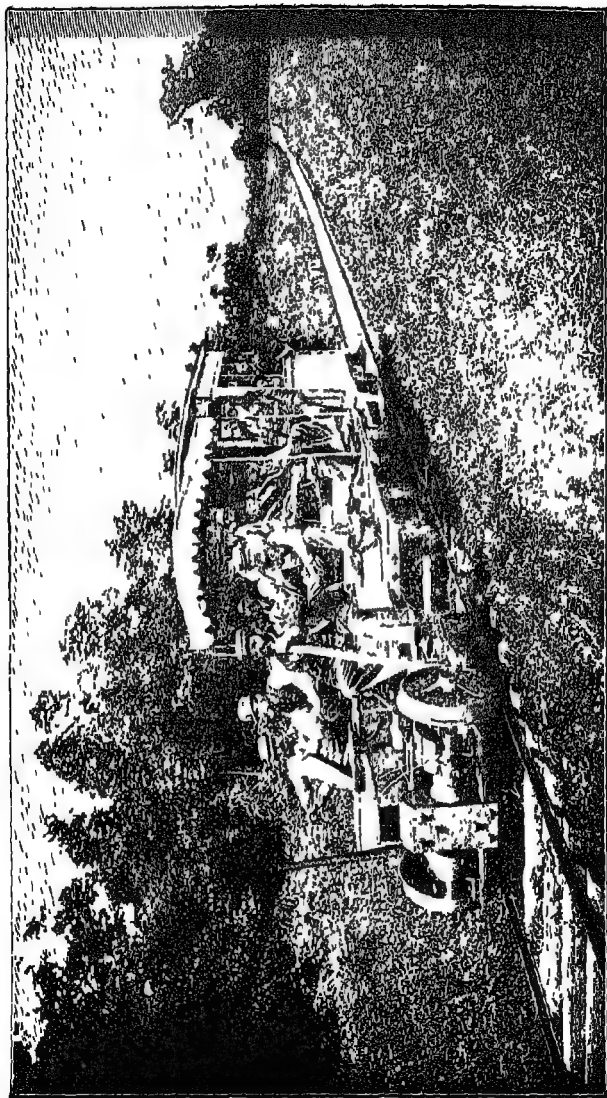
To these should be added the name of Mr Samuel Insull, who, in 1881, became Mr Edison's private secretary, and who for many years afterward managed all his business affairs

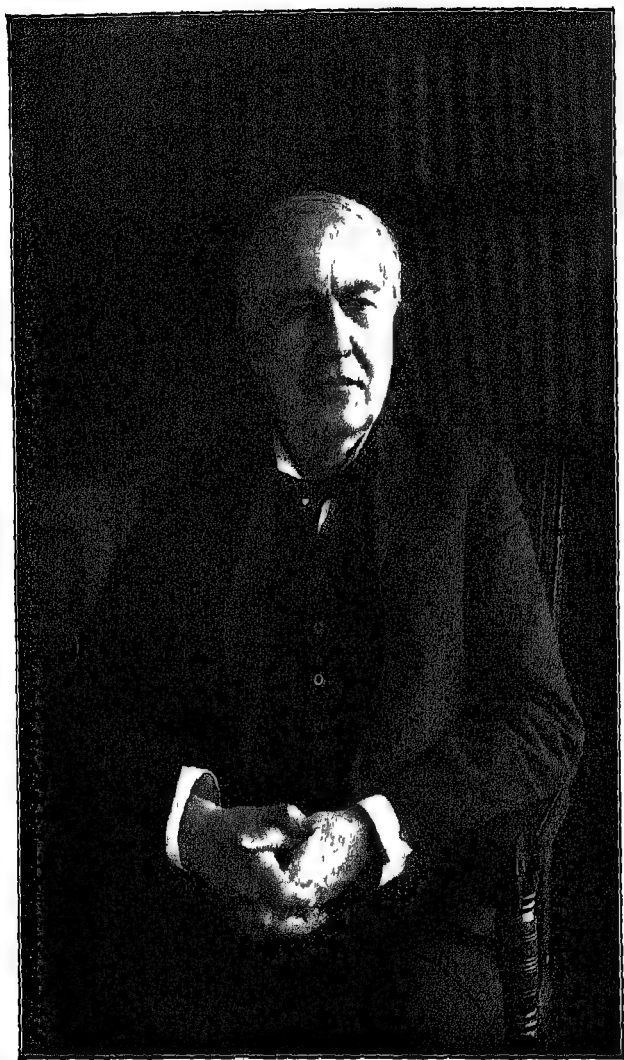
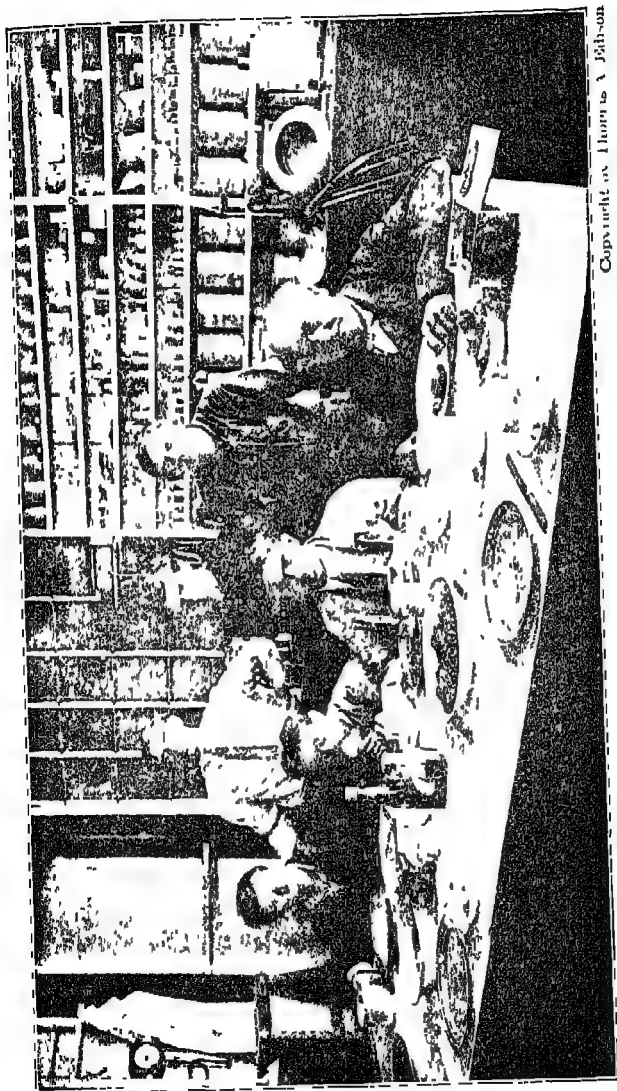
Mr Insull's position as secretary in the Menlo Park days was not a "soft snap," as his own words will show He says "I never attempted to systematize Edison's business life Edison's whole method of work would upset the system of any office He was just as likely to be at work in his laboratory at midnight as midday He cared not for the hours of the day or the days of the week If he was ex-

hausted he might more likely be asleep in the middle of the day than in the middle of the night, as most of his work in the way of invention was done at night I used to run his office on as close business methods as my experience admitted, and I would get at him whenever it suited his convenience. Sometimes he would not go over his mail for days at a time, but other times he would go regularly to his office in the morning At other times my engagements used to be with him to go over his business affairs at Menlo Park at night, if I was occupied in New York during the day In fact, as a matter of convenience I used more often to get at him at night as it left my days free to transact his affairs, and enabled me, probably at a midnight luncheon, to get a few minutes of his time to look over his correspondence and get his directions as to what I should do in some particular negotiation or matter of finance While it was a matter of suiting Edison's convenience as to when I should transact business with him, it also suited my own ideas, as it enabled me after getting through my business with him to enjoy the privilege of watching him at his work, and to learn something about the technical side of matters Whatever knowledge I may have of the electric light and power industry I feel I owe it to the tuition of Edison He was about the most willing tutor, and I must confess that he had to be a patient one"

It must not be supposed that the hard work of these times made life a burden to the small family of laborers associated with Edison On the contrary,

EDISON AT WORK IN ONE OF THE CHEMICAL ROOMS AT THE ORANGE LABORATORY

EDISON WHEN ABOUT FOURTEEN OR FIFTEEN YEARS OF AGE

MR EDISON AT THE CLOSE OF FIVE DAYS AND NIGHTS OF CONTINUED WORK IN PERFECTING THE EARLY WAX-CYLINDER TYPE OF PHONOGRAPH—JUNE 16, 1888

This is the longest continuous session of labor he ever performed

THE EDISON ELECTRIC RAILWAY AT MENLO PARK—1880

EDISON AT THE OFFICE DOOR OF THE ORE-CONCENTRATING PLANT AT EDISON, NEW JERSEY, IN THE 'NINETIES

THOMAS ALVA EDISON—1911

"THE INSOMNIA SQUAD"

EDISON AT WORK ON RUBBER EXPERIMENTS FROM A MOVING PICTURE TAKEN DECEMBER, 1928

they were a cheerful, happy lot of men, always ready to brighten up their strenuous life by the enjoyment of anything of a humorous nature that came along

Often during the long, weary nights of experimenting Edison would call a halt for refreshments, which he had ordered always to be sent in at midnight when night work was in progress. Everything would be dropped, all present would join in the meal, and the last good story or joke would pass around.

Mr Jehl has written some recollections of this period, in which he says · "Our lunch always ended with a cigar, and I may mention here that although Edison was never fastidious in eating, he always relished a good cigar, and seemed to find in it consolation and solace . . It often happened that while we were enjoying the cigars after our midnight repast, one of the boys would start up a tune on the organ and we would sing together, or one of the others would give a solo Another of the boys had a voice that sounded like something between the ring of an old tomato-can and a pewter jug He had one song that he would sing while we roared with laughter He was also great in imitating the tinfoil phonograph When Boehm was in good humor he would play his zither now and then, and amuse us by singing pretty German songs On many of these occasions the laboratory was the rendezvous of jolly and convivial visitors, mostly old friends and acquaintances of Mr Edison Some of the office employees would also drop in once in a while, and, as every one present was always welcome

to partake of the midnight meal, we all enjoyed these gatherings After a while, when we were ready to resume work, our visitors would intimate that they were going home to bed, but we fellows could stay up and work, and they would depart, generally singing some song like 'Good-night, Ladies!' . It often happened that when Edison had been working up to three or four o'clock in the morning he would lie down on one of the laboratory tables, and with nothing but a couple of books for a pillow, would fall into a sound sleep He said it did him more good than being in a soft bed, which spoils a man. Some of the laboratory assistants could be seen now and then sleeping on a table in the early morning hours If their snoring became objectionable to those still at work, the 'calmer' was applied This machine consisted of a Babbitt's soap-box without a cover. Upon it was mounted a broad ratchet-wheel with a crank, while into the teeth of the wheel there played a stout, elastic slab of wood The box would be placed on the table where the snorer was sleeping and the crank turned rapidly The racket thus produced was something terrible, and the sleeper would jump up as though a typhoon had struck the laboratory The irrepressible spirit of humor in the old days, although somewhat strenuous at times, caused many a moment of hilarity which seemed to refresh the boys, and enabled them to work with renewed vigor after its manifestation"

The "boys" were ever ready for a joke on one of their number Mr Mackenzie, who taught Edison telegraphy, spent a great deal of time at the

laboratory. He had a bushy red beard, and was persuaded to give a few hairs to be carbonized and used for filaments in experimental lamps When the lamps were lighted the boys claimed that their brightness was due to the rich color of the hairs

The history of the busy years at Menlo Park would make a long story if told in full, but only a hint can be given here of the gradual development of many important inventions These include the innumerable experiments on the lamp, on different kinds and weights of iron for field magnets and armatures, on magnetism, on windings and connections for field magnets and armatures, on distribution circuits, control, and regulation, and so on through a long list

All these things were new There was nothing in the books to serve as a guide in solving these new problems, but Edison patiently worked them out, one by one, until a complete system was the result of his labors

Menlo Park was historic in one other particular It was the very first place in the world to see incandescent electric lighting from a central station.

The newspapers had been so full of the wonderful invention that there was a great demand to see the new light. Edison decided to give a public exhibition, and for this purpose put up over four hundred lights in the streets and houses of Menlo Park, all connected to underground conductors which ran to the dynamos in one of the shop buildings.

On New Year's Eve, 1879, the Pennsylvania

Railroad ran special trains, and over three thousand people availed themselves of the opportunity to witness the demonstration It was a great success, and gave rise to a wide public interest.

Edison's laboratory at Menlo Park had never suffered for lack of visitors, but now it became a center of attraction for scientific and business men from all parts of the world Pages of this book could be filled with the names of well-known visitors at this period, but it would be of no practical use to give them; besides we must now pass on to the time when the light was introduced to the world

XV

BEGINNING THE ELECTRIC LIGHT BUSINESS

THE close of the last two chapters found us attending the birth of an art that was then absolutely and entirely new—the art of electric lighting by incandescent lamps. It will now be interesting to take a brief glance at the way in which it was introduced to the world

Edison invented not only a lamp and a dynamo, but a complete *system* of distributing electric light, heat, and power from central stations This included a properly devised network of conductors fed with electricity from several directions and capable of being tapped to supply current to each building; a lamp that would be cheap, lasting, take little current, be easy to handle, and each to be independent of every other lamp, means for measuring electricity by meter; means for regulating the current so that every lamp, whether near to or far away from the station, would give an equal light; the designing of new and efficient dynamos, with means for connecting and disconnecting and for regulating and equalizing their loads, the providing of devices that would prevent fires from excessive current, and the providing of switches, lamp-holders, fixtures, and the like

This was a large program to fill, for it was all

new, and there was nothing in the world from which to draw ideas, but Edison carried out his scheme in full, and much more besides By the end of 1880 he was ready to launch his electric light system for commercial use, and the Edison Electric Light Company, that had been organized for the purpose, rented a mansion at No 65 Fifth Avenue, New York, to be used for offices Edison now moved some of his Menlo Park staff into that city to pursue the work.

Right at the very beginning a most serious difficulty was met with None of the appliances necessary for use in the lighting system could be purchased anywhere in the world

They were all new and novel—dynamos, switchboards, regulators, pressure and current indicators, incandescent lamps, sockets, small switches, meters, fixtures, underground conductors, junction boxes, service boxes, manhole boxes, connectors, and even specially made wire Not one of these things was in existence, and no outsider knew enough about such devices to make them on order, except the wire

Edison himself solved the difficulty by raising some money and establishing several manufacturing shops in which these articles could be made The first of all was a small factory at Menlo Park to make the lamps, Mr Upton taking charge of that branch

For making the dynamos he secured a large works on Goerck Street, New York, and gave its management to Mr Batchelor For the underground conductors and their parts a building on Washington

Street was rented and the work done under the superintendence of Mr Kruesi. In still another factory building there were made the smaller appliances, such as sockets, switches, fixtures, meters, safety fuses and other details This latter plant was at first owned by Mr Sigmund Bergmann, who had worked with Edison on telephones and phonographs, but later Mr Edison and E. H Johnson became partners

Still another difficulty presented itself There were no men who knew how to do wiring for electric lights, except those who had been with Edison at Menlo Park This problem was solved by opening a night-school at No 65 Fifth Avenue in which a large number of men were educated and trained for the work by Edison's associates Many of these men have since become very prominent in electrical circles.

Thus, in planning these matters, and in guiding the operations in these four shops in New York, and with all the work he was doing on new experiments and inventions there and at Menlo Park, and in making preparations for the first central station in New York City, Edison was a prodigiously busy man He worked incessantly, and it is safe to say that he did not average more than four hours' sleep a day.

He was the center and the guiding spirit of those intensely busy times The aid of his faithful associates was invaluable in the building up of the business, but he was the great central storehouse of ideas, and it is owing to his undaunted courage,

energy, perseverance, knowledge and foresight, that the foundations of so great an art have been so well laid

As has been well said by Major S B. Eaton, who was president and general manager of the Edison Electric Light Company in its earliest years "In looking back on those days and scrutinizing them through the years, I am impressed by the greatness, the solitary greatness, I may say, of Mr Edison We all felt then that we were of importance, and that our contribution of effort and zeal was vital I can see now, however, that the best of us was nothing but the fly on the wheel Suppose anything had happened to Edison? All would have been chaos and ruin To him, therefore, be the glory, if not the profit"

Early in 1881 comparatively few people had seen the incandescent light. In order to make the public familiar with it, the Edison company equipped its office building with fixtures and lamps, the latter being lighted by current from a dynamo in the cellar In the evenings the house was thrown open to visitors until ten or eleven o'clock Thousands of people flocked to see the new light, which in those days was regarded as wonderful and mysterious, for while the lamps gave a soft, steady illumination, there was no open flame, practically no heat, no danger of fire, and no vitiation of air For the most part of four years the writer spent his evenings receiving these visitors if no important business was in progress at the moment

Mr Edison and his shops had scarcely time to

get well on their feet before a rush of business set in How this business rapidly developed and grew until it became of very great magnitude is a matter of history, which we shall not attempt to relate here

Some idea of this wonderful development, as it has gone on through the years that have passed since 1880, may be formed when it is stated that at this time there are more than one hundred millions of incandescent lamps in daily use in the United States alone. Every one of these lamps and the fundamental principles upon which they are operated rest upon the foundations which Edison laid so well

One of Mr Edison's interesting stories of the early days relates to the making of the lamps. He says·

"When we first started the electric light we had to have a factory for manufacturing lamps. As the Edison light company did not seem disposed to go into manufacturing, we started a small lamp factory at Menlo Park with what money I could raise from my other inventions and royalties and some assistance The lamps at that time were costing about one dollar and twenty-five cents each to make, so I said to the company 'If you will give me a contract during the life of the patents I will make all the lamps required by the company and deliver them for forty cents' The company jumped at the chance of this offer, and a contract was drawn up We then bought at a receiver's sale at Harrison, New Jersey, a very large brick factory building which had been used as an oil-cloth works We got

it at a great bargain, and only paid a small sun down, and the balance on mortgage. We moved the lamp works from Menlo Park to Harrison The first year the lamps cost us about one dollar and ten cents each We sold them for forty cents, but there were only about twenty or thirty thousand of them. The next year they cost us about seventy cents, and we sold them for forty There were a good many, and we lost more money the second year than the first. The third year I succeeded in getting up machinery and in changing the processes, until it got down so that they cost somewhere around fifty cents I still sold them for forty cents, and lost more money that year than any other, because the sales were increasing rapidly The fourth year I got it down to thirty-seven cents, and I made all the money in one year that I had lost previously I finally got it down to twenty-two cents, and sold them for forty cents; and they were made by the million Whereupon the Wall Street people thought it was a very lucrative business, so they concluded they would like to have it, and bought us out

"When we formed the works at Harrison we divided the interests into one hundred shares or parts at one hundred dollars par One of the boys was hard up after a time, and sold two shares to Bob Cutting Up to that time we had never paid anything, but we got around to the point where the board declared a dividend every Saturday night. We had never declared a dividend when Cutting bought his shares, and after getting his dividends for three weeks in succession he called up on the

telephone and wanted to know what kind of a concern this was that paid a weekly dividend. The works sold for $1,085,000."

We have been obliged to confine ourselves to a very brief and general description of the beginnings of the art of electric lighting, but this chapter would not be complete without reference to Edison's design and construction of the greatest dynamo that had ever been made up to that time.

The earliest dynamos he made would furnish current only for sixty lamps of sixteen candle-power each. These machines were belted up to an engine or countershaft. He realized that much larger dynamos would be needed for central stations, and in 1880 constructed one in Menlo Park, but it was not entirely successful.

In the spring of 1881, however, he designed a still larger one, to be connected direct to its own engine and operated without belting. Its capacity was to be twelve hundred lamps, instead of sixty.

At that time such a project was not dreamed of outside the Edison laboratory, and once more he was the subject of much ridicule and criticism by those who were considered as experts. They said the thing was impossible and absolutely impracticable.

Such opinions, however, have never caused a moment's hesitation to Edison when he has made up his mind that a thing can be done. He calmly went ahead with his plans, and although he found many difficulties, he overcame them all. He worked the shops night and day, until he had built this great machine and operated it successfully.

The dynamo was finished in the summer of 1881. At that time there was in progress an international Electrical Exposition in Paris, at which Edison was exhibiting his system of electric lighting He had promised to send this great dynamo over to Paris.

When the dynamo was finished and tested there were only four hours to take it and the engine apart and get all the parts on board the steamer Edison had foreseen all this, and had arranged to have sixty men get to work all at once to take it apart Each man had written instructions just what to do, and when the machine was stopped every man did his own particular work and the job was quickly accomplished

Arrangements had been made with the police for rapid passage through the streets from the shops to the steamship The trucks made quick time of it, being preceded by a wagon with a clanging bell Street traffic was held up for them, just as it is for engines and hose-carts going to a fire The dynamo and engine got safely down to the dock without delay and were loaded on the steamer an hour before she sailed

This dynamo and engine weighed twenty-seven tons, and was then, and for a long time after, the eighth wonder of the scientific world Its arrival and installation in Paris were eagerly watched by the most famous scientists and electricians in Europe.

XVI

THE FIRST EDISON CENTRAL STATION

FROM the beginning of his experiments on the electric light Edison had one idea ever in mind, and that was to develop a system of lighting cities from central stations His plan was to supply electric light and power in much the same way that gas is furnished

He never forsook this idea for a moment Indeed, it formed the basis of all his plans, although the scientific experts of the time predicted utter failure While the experiments were going on at Menlo Park he had Mr Upton and others at work making calculations and plans for city systems.

Soon after he had invented the incandescent lamp he began to take definite steps toward preparing for the first central station in the city of New York. After some consideration, he decided upon the district included between Wall, Nassau, Spruce and Ferry Streets, Peck Slip and the East River, covering nearly a square mile in extent

He sent into this district a number of men, who visited every building, counted every gas-jet and found out how many hours per day or night they were burned

These men also ascertained the number of business houses using power and how much they con-

sumed. All this information was marked in colored inks on large maps, so that Edison could study the question with all the details before him

All this work had taken several months, but, with this information to guide him, the main conductors to be laid in the streets of this district were figured, block by block, and the results were marked upon the maps It was found, however, that the quantity of copper required for these conductors would be exceedingly large and costly, and, if ever, Edison was somewhat dismayed

This difficulty only spurred him on to still greater effort Before long he solved the problem by inventing the "feeder and main" system, for which he signed an application for patent on August 4, 1880

By this invention he saved seven-eighths of the amount of copper previously required So the main conductors were figured again, at only one-eighth the size they were before, and the results were marked upon enormous new maps which were now prepared for the actual installation

It should be remembered that from the very start Edison had determined that his conductors should be placed underground He knew that this was the only method for permanent and satisfactory service to the public

Our young readers can scarcely imagine the condition of New York streets at that time They were filled with lines of ugly wooden poles carrying great masses of telegraph, telephone, stock ticker, burglar alarm and other wires, in all conditions of

sag and decay The introduction of the arc-lamp added another series of wires which with their high potentials carried a menace to life Edison was the first to put conductors underground, and the wisdom of so doing became so clear that a few years later laws were made compelling others to do likewise

But to return to our story Just before Christmas in 1880 the Edison Electric Illuminating Company of New York was organized, and a license was issued to it for the use of the Edison patents on Manhattan Island.

The work for the new station now commenced in real earnest A double building at 255 and 257 Pearl Street was purchased, and the inside of one half was taken out and a strong steel structure was erected inside the walls

Work on the maps and plans for the underground network of conductors was continued at Menlo Park Mr. Edison started his factories for making dynamos, lamps, underground conductors, sockets, switches, meters, and other details Thus, the wheels of industry were humming merrily in preparation for the installation of the system Every detail received Edison's personal care and consideration He had plenty of competent men, but he deemed nothing too small or insignificant for his attention in this important undertaking

In the fall of 1881 the laying of the underground conductors was begun and pushed forward with frantic energy Here again Edison left nothing to chance Although he had a thousand things to oc-

cupy his mind he also superintended this work. He did not stand around and give orders, but worked with the men in the trenches day and night helping to lay tubes, filling up junction boxes, and taking part in all the infinite detail

He would work till he felt the need of a little rest Then he would go off to the station building in Pearl Street, throw an overcoat on a pile of iron tubes, lie down and sleep a few hours, rising to resume work with the first gang

It is worth pausing just a moment to glance at this man taking a fitful rest on a pile of iron pipe in a dingy building His name is on the tip of the world's tongue Distinguished scientists from every part of Europe seek him eagerly He has just been decorated and awarded high honors by the French government He is the inventor of wonderful new apparatus and the exploiter of novel and successful arts The magic of his achievements and the rumors of what is being done have caused a wild drop in gas securities and a sensational rise in his own electric-light stock from one hundred dollars to thirty-five hundred a share Yet these things do not at all affect his slumber or his democratic simplicity, for in that, as in everything else, he is attending strictly to business, "doing the thing that is next to him"

The laying of the underground conductors was interrupted by frost in the winter of 1881, but in the following spring the work was renewed with great energy until there had been laid over eighty thousand feet. In the mean time the buildings of

the district were being wired for lamps, and the machine-works had been busy on the building of three of the "Jumbo" dynamos for the station These were larger than the great dynamo that had been sent to Paris

These three dynamos were installed in the station, and the other parts of the system were completed A bank of one thousand lamps was placed in one of the buildings, and in the summer a whole month was spent in making tests of the working of the system, using this bank of lamps instead of sending current out to customers' premises Edison and his assistants made the station their home during this busy month They even slept there on cots that he had sent to the station for this purpose

The system tested out satisfactorily, and finally, on September 4, 1882, at three o'clock in the afternoon, the station was started by sending out current from one of the big dynamos through the conductors laid in the streets, and electric light was supplied for the first time to a number of customers in the district

The station was now started and everything went well New customers were added daily, and very soon it became necessary to supply more current This called for the operation of two dynamos at one time As this involved new problems, Edison chose a Sunday to try it, when business places would be closed We will let him tell the story He says: "My heart was in my mouth at first, but everything worked all right . . Then we started another engine and threw the dynamos in parallel. Of all

the circuses since Adam was born, we had the worst then! One engine would stop, and the other would run up to about a thousand revolutions, and then they would see-saw. The trouble was with the governors. When the circus commenced the gang that was standing around ran out precipitately, and I guess some of them kept running for a block or two. I grabbed the throttle of one engine, and E. H. Johnson, who was the only one present to keep his wits, caught hold of the other, and we shut them off."

One of the gang that ran, but, in this case, only to the end of the room, afterward said: "At the time it was a terrifying experience, as I didn't know what was going to happen. The engines and dynamos made a horrible racket, from loud and deep groans to a hideous shriek, and the place seemed to be filled with sparks and flames of all colors. It was as if the gates of the infernal regions had been suddenly opened."

Edison attacked this problem in his strenuous way. Although it was Sunday, he sent out and gathered his men and opened the machine-works to make new appliances to overcome this trouble.

Space will not permit of telling all the methods he applied until the difficulty was entirely conquered. It was only a short time, however, before he was able to operate two or any number of dynamos all together as one, in parallel, without the least trouble.

This early station grew and prospered, and continued in successful operation for more than seven years, until January 2, 1890, when it was partially destroyed by fire. This occurrence caused a short

interruption of service, but in a few days current was again supplied to customers as before, and the service has never since ceased

Increasing demands for service soon afterward led to the construction of other stations on Manhattan Island, until at the present time the New York Edison Company (the successor to the Edison Electric Illuminating Company of New York) is operating over forty stations and sub-stations These supply current for about 800,000 customers, wired for 17,000,000 incandescent lamps and for about 1,300,000 horse-power in electric motors

The early success of the first central station in New York led to the formation of new companies in other cities, and the installation of many similar plants The business has grown by leaps and bounds, until at the present time there are many thousands of central stations spread all over the United States, furnishing electric light, heat, and power, chiefly by use of the principles elaborated so many years ago by Mr Edison

We ought to mention that this tremendous growth has also been largely due to another invention made by him in 1882, called the "three-wire system" Its value consists in the fact that it allowed a further saving of sixty-two and one-half per cent of copper required for conductors This invention is in universal use all over the world

It may be mentioned here that at the opening ceremonies of the Electrical Exposition in New York, on October 11, 1911, the leading producers and consumers of copper presented Mr Edison with an

inscribed cubic foot of that metal in recognition of the stimulus of his inventions to the industry The inscription shows that the yearly output of copper was 377,644,000 pounds at the time of Edison's first invention in 1868, and in October, 1911, the yearly output had increased to 1,910,608,000 pounds

XVII

EDISON'S ELECTRIC RAILWAY

IT is quite likely that many of our young readers have never seen a horse-car This is not strange, for in a little over twenty years the victorious trolley has displaced the old-time street-cars drawn by one or two horses Indeed, a horse-car is quite a curiosity in these modern days, for such vehicles have almost entirely disappeared from the streets

The first horse railroad in the United States was completed in 1827, and it was only seven years afterward that a small model of a circular electric railroad was made and exhibited by Thomas Davenport, of Brandon, Vermont Other inventors also worked on electric railways later on, but they did not make much progress, because in their day there were no dynamos, and they had to use primary batteries to obtain current This method of generating current was far too cumbersome and expensive for general use

In 1879, after dynamos had become known, the firm of Siemens exhibited at the Berlin Exhibition a road about one-third of a mile in length, over which an electric locomotive hauled three small cars at a speed of about eight miles an hour

This was just before Edison had developed the efficient commercial dynamo with low-resistance

armature and high-resistance field, which made it possible to generate and use electric power cheaply. Thus we see that Edison was not the first to form the broad idea of a electric railway, but his dynamo and systems of distribution and regulation of current first made the idea commercially practicable

When Edison made his trip to Wyoming with the astronomers in 1878 he noticed that the farmers had to make long hauls of their grain to the railroads or markets. He then conceived the idea of building light electric railways to perform this service

As we have already noted, he started on his electric-light experiments, including the dynamo, when he returned from the West. He had not forgotten his scheme for an electric railway, however, for, early in 1880, after the tremendous rush on the invention of the incandescent lamp had begun to subside, he commenced the construction of a stretch of track at Menlo Park, and at the same time began to build an electric locomotive to operate over it

The locomotive was an ordinary flat dump-car on a four-wheeled iron truck Upon this was mounted one of his dynamos, used as a motor It had a capacity of about twelve horse-power Electric current was generated by two dynamos in the machine-shop, and carried to the rails by underground conductors

The track was about a third of a mile in length, the rails being of light weight and spiked to ties laid on the ground In this short line there were some steep grades and short curves. The locomotive

pulled three cars; one a flat freight-car, one an open awning-car, and one box-car, facetiously called the "Pullman," with which Edison illustrated a system of electromagnetic braking

On May 13, 1880, this road went into operation All the laboratory "boys" made holiday and scrambled aboard for a trip Things went well for a while, but presently a weakness developed and it became necessary to return the locomotive to the shop to make changes in the mechanism And so it was for a short time afterward Imperfections of one kind and another were disclosed as the road was operated, but Edison was equal to the occasion and overcame them, one by one Before long he had his locomotive running regularly, hauling the three cars with freight and passengers back and forth over the full length of the track Incidentally, the writer remembers enjoying a ride over the road one summer afternoon

The details of the various improvements made during these months are too many and too technical to be given here It is a fact, however, that at this time Edison was doing some heavy electric railway engineering, each improvement representing a step which advanced the art toward the perfection it has reached in these modern days

The newspapers and technical journals lost no time in publishing accounts of this electric railroad, and once again Menlo Park received great numbers of visitors, including many railroad men, who came to see and test this new method of locomotion

Of course, in operating this early road there were

a few mishaps, fortunately none of them of a serious nature. In the correspondence of the late Grosvenor P Lowry, a friend and legal adviser of Mr Edison, is a letter dated June 5, 1880, giving an account of one experience The letter reads as follows "Goddard and I have spent a part of the day at Menlo, and all is glorious I have ridden at forty miles an hour on Mr Edison's electric railway —and we ran off the track I protested at the rate of speed over the sharp curves, designed to show the power of the engine, but Edison said they had done it often Finally, when the last trip was to be taken, I said I did not like it, but would go along. The train jumped the track on a short curve, throwing Kruesi, who was driving the engine, with his face down in the dirt, and another man in a comical somersault through some underbrush Edison was off in a minute, jumping and laughing, and declaring it a most beautiful accident Kruesi got up, his face bleeding, and a good deal shaken, and I shall never forget the expression of voice and face in which he said, with some foreign accent 'Oh yes! pairfeckly safe' Fortunately no other hurts were suffered, and in a few minutes we had the train on the track and running again"

This first electric railway was continued in operation right along through 1881 In the fall of that year Edison was requested by the late Mr. Henry Villard to build a longer road at Menlo Park, equipped with more powerful locomotives, to demonstrate the feasibility of putting electric railroads in the Western wheat country.

Work was commenced at once, and early in 1882 the road and its equipment were finished It was three miles long, and had sidings, turn-tables, freight platform and car-house It was much more complete and substantial than the first railroad There were two locomotives, one for freight and the other for passenger service

The passenger locomotive was very speedy and hauled as many as ninety persons at a time Many thousands of passengers traveled over the road during 1882 The freight locomotive was not so speedy, but could pull heavy trains at a good speed Taken altogether, this early electric railway made a great advance toward modern practice as its exists to-day

There are many interesting stories of the railway period at Menlo Park One of them, as told by the late Charles T Hughes, who worked with Edison on the experimental roads, is as follows "Mr Villard sent J C Henderson, one of his mechanical engineers, to see the road when it was in operation, and we went down one day—Edison, Henderson, and I—and went on the locomotive Edison ran it, and just after we started there was a trestle sixty feet long and seven feet deep, and Edison put on all the power When we went over it we must have been going forty miles an hour, and I could see the perspiration come out on Henderson After we got over the trestle and started on down the track Henderson said 'When we go back I will walk If there is any more of that kind of running I won't be in it myself'"

The young reader, who is now living in an age

in which the electric railway is regarded as a matter of course, will find it difficult to comprehend that there should ever have been any doubt on the part of engineering experts as to the practicability of electric railroads But in the days of which we are writing such was the case, as the following remarks of Mr Edison will show "At one time Mr Villard got the idea that he would run the mountain division of the Northern Pacific Railroad by electricity He asked me if it could be done I said 'Certainly, it is too easy for me to undertake, let some one else do it' He said 'I want you to tackle the problem,' and he insisted on it So I got up a scheme of a third rail and shoe and erected it in my yard here in Orange When I got it all ready he had all his division engineers come on to New York, and they came over here I showed them my plans, and the unanimous decision of the engineers was that it was absolutely and utterly impracticable That system is on the New York Central now, and was also used on the New Haven road in its first work with electricity"

Mr Edison knew at the time that these engineers were wrong. They were prejudiced and lacking in foresight, and had no faith in electric railroading Indeed, these particular engineers were not by any means the only persons who could see no future for electric methods of transportation Their doubts were shared by capitalists and others, and it was not until several years afterward that the business of electrifying street railroads was commenced in real earnest

In the mean time, however, Edison's faith did not waver, and he continued his work on electric railways, making innumerable experiments and taking out a great many patents, including a far-sighted one covering a sliding contact in a slot. This principle and many of those covered by his earlier work are in use to-day on the street railways in large cities

The early railroad at Menlo Park has gone to ruin and decay, but the crude locomotive built by Edison has become the property of the Pratt Institute, of Brooklyn, New York, to whose students it is a constant example and incentive

Down to the present moment Edison has kept up an active interest in transportation problems His latest work has been in the line of operating street-cars with his improved storage battery During the time that this book has been in course of preparation he has given a great deal of time to this question

Some years ago there were a number of street-cars in various cities operated by storage batteries of a class entirely different from the battery invented by Edison. We refer to storage batteries containing lead and sulphuric acid These were found to be so costly to operate and maintain that their use was abandoned

Mr Edison's new nickel and iron storage battery with alkaline solution has been found by practical use to be entirely satisfactory for operating street-cars, not only at a low cost, but also with ease of operation and at a trifling expense for maintenance.

Of course there have been many problems, but he has surmounted the principal difficulties, and there are now quite a number of street-cars operated by his storage battery in various cities These cars are earning profits and their number is steadily increasing

XVIII

GRINDING MOUNTAINS TO DUST

ON WALKING along the sea-shore the reader may have noticed occasional streaks or patches of bluish-black sand, somewhat like gunpowder in appearance It is carried up from the bed of the sea and deposited by the waves on the shore to a greater or lesser extent on many beaches

If a magnet be brought near to this "black sand" the particles will be immediately attracted to it, just as iron filings would be in such a case As a matter of fact, these particles of black sand are grains of finely divided magnetic iron in a very pure state.

Now, if we should take a piece of magnetic iron ore in the form of a rock and grind it to powder the particles of iron could be separated from the ground-up mass by drawing them out with a magnet, just as they could be drawn out of a heap of sea-shore sand If all the grains of iron were thus separated and put together, or concentrated, they would be called concentrates.

During the last century a great many experimenters besides Edison attempted to perfect various cheap methods of magnetically separating iron ores, but until he took up the work on a large scale no one seems to have realized the real meaning of the tremendous problems involved

The beginning of this work on the part of Edison was his invention in 1880 of a peculiar form of magnetic separator It consisted of a suspended V-shaped hopper with an adjustable slit along the pointed end A long electromagnet was placed, edgewise, a little below the hopper, and a bin with a dividing partition in the center was placed on the floor below

Crushed ore, or sand, was placed in the hopper. If there was no magnetism this fine material would flow down in a straight line past the magnet and fill the bin on one side of the partition If, however, the magnet were active the particles of iron would be attracted out of the line of the falling material, but their weight would carry them beyond the magnet and they would fall to the other side of the partition Thus, the material would be separated, the grains of iron going to one side and the grains of rock or sand to the other side

This separator, as afterward modified, was the basis of a colossal enterprise conducted by Mr. Edison, as we shall presently relate But first let us glance at an early experiment on the Atlantic seashore in 1881, as mentioned by him. He says.

"Some years ago I heard one day that down at Quogue, Long Island, there were immense deposits of black magnetic sand. This would be very valuable if the iron could be separated from the sand So I went down to Quogue with one of my assistants and saw there for miles large beds of black sand on the beach in layers from one to six inches thick—hundreds of thousands of tons My first

thought was that it would be a very easy matter to concentrate this, and I found I could sell the stuff at a good price   I put up a small magnetic separating plant, but just as I got it started a tremendous storm came up, and every bit of that black sand went out to sea   During the twenty-eight years that have intervened it has never come back "

In the same year a similar separating plant was put up and worked on the Rhode Island shore by the writer under Mr Edison's direction   More than one thousand tons of concentrated iron ore of fine quality were separated from sea-shore sand and sold It was found, however, that it could not be successfully used on account of being so finely divided Had this occurred a few years later, when Edison invented a system of putting this fine ore into briquettes, that part of the story might have been different

Magnetic separation of ores was allowed to rest for many years after this, so far as Edison was concerned   He was intensely busy on the electric light, electric railway, and other similar problems until 1888, and then undertook the perfecting and manufacturing of his improved phonograph, and other matters   Somewhere about 1890, however, he again took up the subject of ore-separation

For some years previous to that time the Eastern iron-mills had been suffering because of the scarcity of low-priced high-grade ores   If low-grade ores could be crushed and the iron therein concentrated and sold at a reasonable price the furnaces would be benefited   Edison decided, after mature delibera-

tion, that if these low-grade ores were magnetically separated on a colossal scale at a low cost the furnace-men could be supplied with the much-desired high quality of iron ore at a price which would be practicable

He appreciated the fact that it was a serious and gigantic problem, but was fully satisfied that he could solve it He first planned a great magnetic survey of the East, with the object of locating large bodies of magnetic iron ore This survey was the greatest and most comprehensive of the kind ever made With a peculiarly sensitive magnetic needle to indicate the presence of magnetic ore in the earth, he sent out men who made a survey of twenty-five miles across country, all the way from lower Canada to North Carolina

Edison says. "The amount of ore disclosed by this survey was simply fabulous How much so may be judged from the fact that in the three thousand acres immediately surrounding the mills that I afterward established at Edison, New Jersey, there were over two hundred million tons of low-grade ore. I also secured sixteen thousand acres in which the deposit was proportionately as large. These few acres alone contained sufficient ore to supply the whole United States iron trade, including exports, for seventy years"

Given a mountain of rock containing only one-fifth to one-fourth magnetic iron, the broad problem confronting Edison resolved itself into three distinct parts—first, to tear down the mountain bodily and grind it to powder; second, to extract from

this powder .the particles of iron mingled in its mass, and third, to accomplish these results at a cost sufficiently low to give the product a commercial value

From the start Edison realized that in order to carry out this program there would have to be automatic and continuous treatment of the material, and that he would have to make the fullest possible use of natural forces, such as gravity and momentum The carrying out of these principles and ideas gave rise to some of the most brilliant engineering work that has ever been done by Edison During this period he also made many important inventions, of which several will now be mentioned

As he proposed to treat enormous masses of material, one of the chief things to be done was to provide for breaking the rock and crushing it to powder rapidly and cheaply After some experimenting, he found there was no machinery to be bought that would do the work as it must be done He was therefore compelled to invent a series of machines for the purpose

The first of these was an invention quite characteristic of Edison's daring and boldness It embraced a gigantic piece of mechanism, called the "Giant Rolls," which was designed to break up pieces of rock that might be as large as an ordinary upright piano, and weighing as much as eight tons

A pair of iron cylinders five feet long and six feet in diameter, covered with steel knobs, were set fifteen inches apart in a massive frame The rolls weighed about seventy tons. By means of a steam

engine these rolls were revolved in opposite directions until they attained a peripheral speed of about a mile a minute Then the rocks were dumped into a hopper which guided them between the rolls, and in a few seconds, with a thunderous noise, they were reduced to pieces about the size of a man's head. The belts were released by means of slipping friction clutches when the load was thrown on the rolls, the breaking of the rocks being accomplished by momentum and kinetic energy

The broken rock then passed through similar rolls of a lesser size, by means of which it was reduced to much smaller pieces These in their turn passed through a series of other machines in which they were crushed to fine powder Here again Edison made another remarkable invention, called the "Three-High Rolls," for reducing the rock to fine powder The best crushers he had been able to buy had an efficiency of only eighteen per cent and a loss by friction of eighty-two per cent By his invention he reversed these figures and obtained a working efficiency of eighty-four per cent and reduced the loss to sixteen per cent.

The problems of drying and screening the broken and crushed material were also solved most ingeniously by Edison's inventive skill and engineering ability, and always with the idea and purpose in mind of accomplishing these results by availing himself to the utmost of one of the great forces of Nature—gravity.

The great extent of the concentrating works may be imagined when we state that two hundred and

fifty tons of material per hour could be treated. Altogether, there were about four hundred and eighty immense magnetic separators in the plant, through which this crushed rock passed after going through the numerous crushing, drying, and screening processes

If it had been necessary to transfer this tremendous quantity of material from place to place by hand the cost would have been too great Edison, therefore, designed an original and ingenious system of mechanical belt conveyors that would automatically receive and discharge their loads at appointed places in the works, covering about a mile in transit They went up and down, winding in and out, turning corners, delivering material from one bin to another, making a number of loops in the drying-oven, filling up bins, and passing on to the next one when full In fact, these conveyors in automatic action seemed to play their part with human intelligence

We have been able to take only a passing glance at the great results achieved by Edison in his nine years' work on this remarkable plant—a work deserving of most serious study The story would be incomplete, however, if we did not mention his labors on putting the fine ore in the form of solid briquettes

When the separated iron was first put on the market it was found that it could not be used in that form in the furnaces Edison was therefore obliged to devise some other means to make it available. After a long series of experiments he found

a way of putting it into the form of small, solid briquettes These answered the purpose exactly

This called for a line of new machinery, which he had to invent to carry out the plan. When this was completed, the great rocks went in at one end of the works and a stream of briquettes poured out of the other end, being made by each briquetting machine at the rate of sixty per minute

Thus, with never-failing persistence, infinite patience, intense thought and hard work, Edison met and conquered, one by one, the difficulties that had confronted him Furnace trials of his briquettes proved that they were even better than had been anticipated He had received some large orders for them and was shipping them regularly Everything was bright and promising, when there came a fatal blow

The discovery of rich Bessemer ore in the Mesaba range of mountains in Minnesota a few years before had been followed by the opening of the mines there about this time As this rich ore could be sold for three dollars and fifty cents per ton, as against six dollars and fifty cents per ton for Edison's briquettes, his great enterprise must be abandoned at the very moment of success

It was a sad blow to Edison's hopes He had spent nine years of hard work and about two millions of his own money in the great work that had thus been brought to nought through no fault of his The project had lain close to his heart and ambition, indeed he had put aside almost all other work and inventions for a while.

For five of the nine years he had lived and worked steadily at Edison (the name of the place where the works were located), leaving there only on Saturday night to spend Sunday at his home in Orange, and returning to the plant by an early train on Monday morning Life at Edison was of the simple kind—work, meals, and a few hours' sleep day by day, but Mr Edison often says he never felt better than he did during those five years.

After careful investigations and calculations it was decided to close the plant Mr W S Mallory, his close associate during those years of the concentrating work, says "The plant was heavily in debt, and, as Mr Edison and I rode on the train to Orange, plans were discussed as to how to make enough money to pay off the debt Mr Edison stated most positively that no company with which he had been personally actively connected had ever failed to pay its debts, and he did not propose to have the concentrating company any exception

"We figured carefully over the probabilities of financial returns from the phonograph works and other enterprises, and, after discussing many plans, it was finally decided that we would apply the knowledge we had gained in the concentrating plant to building a plant for manufacturing Portland cement, and that Mr Edison would devote his attention to the developing of a storage battery which did not use lead and sulphuric acid

"He started in with the maximum amount of enthusiasm and ambition, and in the course of about

three years we succeeded in paying off the indebtedness of the concentrating works

"As to the state of Mr Edison's mind when the final decision was reached to close down, if he was specially disappointed there was nothing in his manner to indicate it, his every thought being for the future"

In this attitude we find a true revelation of one conspicuous trait in Mr Edison. No one ever cried less over spilled milk than he He had spent a fortune and had devoted nine years of his life to the most intense thought and labor in the creation and development of this vast enterprise He had made many remarkable inventions and had achieved a very great success, only to see the splendid results swept away in a moment He did not sit down and bewail his lot, but with true philosophy and greatness of mind applied himself with characteristic energy to new work through which he might be able to open up a more promising future

XIX

EDISON MAKES PORTLAND CEMENT

LONG before Edison ever thought of going into the manufacture of cement he had very pronounced opinions of its value for building purposes. More than twenty-five years ago, during a discussion on ancient buildings, he remarked "Wood will rot, stone will chip and crumble, bricks disintegrate, but a cement and iron structure is apparently indestructible. Look at some of the old Roman baths. They are as solid as when they were built"

With such convictions, and the vast fund of practical knowledge and experience he had gained at Edison in the crushing and handling of enormous masses of finely divided material, it is not surprising that he should have decided to engage in the manufacture of cement

He was fully aware of the fact that he was proposing to "butt into" an old-established industry, in which the principal manufacturers were concerns which had been in business for a long time. He knew there were great problems to be solved, both in manufacturing and selling the cement These difficulties, however, only made the proposition more inviting to him

Edison followed his usual course of reading up all the literature on the subject that he could find,

and seeking information from all quarters. After thorough study he came to the conclusion that with his improved methods of handling finely crushed material, and with some new inventions and processes he had in mind, he could go into the cement business and succeed in making a finer quality of product As we shall see later, he "made good"

This study of the cement proposition took place during the first few months of his experimenting on a new storage battery In the mean time Mr Mallory had been busy arranging for the formation of a company with the necessary money to commence and carry on the business One day he went to the laboratory and told Mr Edison that everything was ready and that it was now time to engage engineers to lay out the works

To this Edison replied that he intended to do that himself, and invited Mr Mallory to go with him to one of the draughting-rooms up-stairs Here Edison placed a sheet of paper on a draughting-table and immediately began to draw out a plan of the proposed works He continued all day and away into the evening, when he finished, thus completing within twenty-four hours the full lay-out of the entire plant as it was subsequently installed If the plant were to be rebuilt to-day no vital change would be necessary

It will be granted that this was a remarkable engineering feat, for Edison was then a new-comer in the cement business But in that one day's planning everything was considered and provided for, includ-

ing crushing, mixing, weighing, grinding, drying screening, sizing, burning, packing, storing, and other processes

From one end to the other the cement plant is about half a mile long, and through the various buildings there passes, automatically, each day a vast quantity of material under treatment In practice this results in the production of more than two and a quarter million pounds of finished cement every twenty-four hours

Not only was all this provided for in that one day's designing, but also smaller details, such, for instance, as the carrying of all steam, water and air pipes and electrical conductors in a large subway extending from one end of the plant to the other, also a system by which the ten thousand bearings in the plant are oiled automatically, requiring the services of only two men for the entire work

Following this general outline plan of the whole plant by Edison himself there came the preparation of the detail plans by his engineers As the manufacture of cement also involves the breaking and grinding of rocks, the scheme, of course, included using the giant rolls and other crushing, drying, and screening machinery invented by him for the iron-concentrating work, as mentioned in our last chapter

No magnetic separator is necessary in cement-making, but there were other processes to provide for that did not occur in concentrating iron ore One of them relates to burning the material, which is one of the most important processes in manufacturing cement.

Perhaps it may be well to state for the information of the reader that in cement-making, generally speaking, cement-rock and limestone in the rough are mixed together and ground to a fine powder This powder is "burned" in a kiln and comes out in the form of balls, called "clinker" This again is crushed to a fine powder, which is the cement of commerce

It will be seen, therefore, that the quantity of finished cement produced depends largely upon the capacity of the kilns When Edison first thought of going into cement-making he expected to use the old style of kilns, which were about sixty feet long and six feet in diameter, and had a capacity of turning out about two hundred barrels of clinker every twenty-four hours. He is never satisfied, however, to take the experience of others as final, and thought he could improve on what had been done before

He discussed the project with Mr Mallory, who says "After having gone over this matter several times, Mr. Edison said, 'I believe I can make a kiln which will give an output of one thousand barrels in twenty-four hours' Although I had then been closely associated with him for ten years and was accustomed to see him accomplish great things, I could not help feeling the improbability of his being able to jump into an old-established industry—as a novice—and start by improving the 'heart' of the production so as to increase its capacity four hundred per cent But Mr. Edison went to work immediately and very soon completed the design of a new type of kiln which was to be one hundred and fifty feet long

and nine feet in diameter, made up in ten-foot sections of cast iron bolted together and arranged to be revolved on fifteen bearings He had a wooden model made, and studied it very carefully through a series of experiments These resulted so satisfactorily that this form was finally decided upon, and ultimately installed as part of the plant

"Well, for a year or so the kiln problem was a nightmare to me We could only obtain four hundred barrels at first, but gradually crept up through a series of heart-breaking trials until we got over eleven hundred barrels a day Mr Edison never lost his confidence throughout the trials, but on receiving a disappointing report would order us to try it again"

Although the older cement manufacturers predicted utter failure, they have since recognized the success of Edison's long kiln, and it is now being used quite generally in the trade

Another invention of minor nature but worthy of note relates to the weighing of the proportions of cement-rock and limestone In most cases the measurement is usually by barrow loads, but Edison determined that it must be done accurately to the pound, and devised a means of doing it automatically, for, as he remarked, "The man at the scales might get to thinking of the other fellow's best girl, so fifty or a hundred pounds of rock, more or less, wouldn't make much difference to him"

With Edison's device the scales are set at certain weights and the materials are fed from hoppers The moment the scale-beam tips an electrical con-

nection automatically stops the feed and no more can be put on the scale until the load is withdrawn

Another and important new feature introduced by Edison was in raising the standard of fine grinding of cement ten points above the regular standard of seventy-five per cent through a two-hundred-mesh screen By reason of the great improvement he had made in grinding machinery he could grind cement so that eighty-five per cent passed through a two-hundred-mesh screen As cement is valuable in proportion to its fineness, it will be seen that he has thus made an advance of great importance to the trade

We cannot enter into all the details of the numerous inventions and improvements that Edison has introduced into his cement plant during the last eight or nine years It is sufficient to say that by his persistent and energetic labors during that period he has raised his plant from the position of a new-comer to the rank of the fifth largest producer of cement in this country

A remarkable instance of the power of Edison's memory may be related here. Some years ago, when the cement plant was nearly finished and getting ready to start, he went up to look it over and see what needed to be done

On the arrival of the train at ten-forty in the morning he went to the mill, and, starting at one end, went through the plant to the other end, examining every detail. He made no notes or memoranda, but the examination required all day

In the afternoon, at five-thirty, he took a train for home, and on arriving there a few hours later

got out some note-books and began to write from memory the things needing change or attention He continued on this work all night and right along until the next afternoon, when he completed a list of nearly six hundred items This memory "stunt" was the more remarkable because many of the items included all the figures of new dimensions he had decided upon for some of the machinery in the plant

Each item was numbered consecutively, and the list copied and sent up to the superintendent, who was instructed to make the changes and report by number as they were done These changes were made and their value was proven by later experience

Edison's achievements have made a deep impression on the cement industry, but it is likely that it will become still deeper when his "Poured Cement House" is exploited

A few years ago he conceived the idea of pouring a complete concrete house in a few hours He made a long series of experiments for producing a free-flowing combination of the necessary materials, and at length found one that satisfied him that his idea was feasible, although experts said it could not be done

His plan is to provide two sets of iron molds, one inside the other, with an open space between These molds are made in small pieces and set up by being bolted together When erected, the concrete mixture is poured in from the top in a continuous stream until the space between the molds is filled

The pouring will be done in about six hours, after which the molds will be left in position about four

days in order that the concrete may harden When the molds are removed there will remain standing an entire house, complete from cellar to roof, with walls, floors, stairways, bath and laundry tubs, all in one solid piece These houses, when built in quantity, can be produced at a very moderate cost.

Mr Edison intends this house for the workingman, and in its design has insisted on its being ornamental as well as substantial As he expressed it "We will give the workingman and his family ornamentation in their house They deserve it, and besides, it costs no more after the pattern is made to give decorative effects than it would to make everything plain"

XX

MOTION-PICTURES

THROUGH his invention and introduction of the phonograph and of his apparatus for taking and exhibiting motion-pictures Edison has probably done more to interest and amuse the world than any other living man. These two forms of amusement have more audiences in a week than all the theaters in America in a year.

It is a curious fact that while instantaneous photography is necessary to produce motion pictures, the *suggestion* of producing them was made many years before the instantaneous photograph became possible.

One of the earliest efforts in this direction was made before Edison was born, and shown by a toy called the Zoetrope, or "Wheel of Life." A number of figures showing fractional parts of the motion of an object—such, for instance, as a boy skating—were boldly drawn in silhouette on a strip of paper. This paper was put inside an open cylinder having small openings around its circumference. The cylinder was mounted on a pivot, and, when revolved, the figures on the paper seemed to be in motion when viewed through the openings.

The success of this and similar toys, as well as of modern motion-pictures, depends upon a phenom-

enon known as the "persistence of vision" This means that if an object be presented to the vision for a moment and then withdrawn, the image of that object will remain impressed on the retina of the eye for a period of one-tenth to one-seventh of a second

If, for instance, a bright light be moved rapidly up and down in front of the eye in a dark room it appears not as a single light, but as a line of fire, because there is not time for the eye to lose the image of the light between the rapid phases of its motion For the same reason, if a number of pictures exactly alike were rapidly presented to the eye in succession it would seem as if a single picture were being viewed

Thus, if a number of photographs, say at the rate of fifteen per second, be taken of a moving object, each successive photograph will show a fraction of the movements Now if these photographs be thrown on a screen in the same order and at the same rate at which they were taken the movements of the object would apparently again take place, because the eye does not have time to lose the image of one fractional movement before the next follows

One of the earliest suggestions of reproducing animate motion was made by a Frenchman named Ducos about 1864 He was followed by others, but they were all handicapped by the fact that dry-plates and sensitized film were entirely unknown, and the wet plates then used were entirely out of the question for the development of a practical commercial scheme.

The first serious attempt to secure photographs of objects in motion was made in 1878 by Edward Muybridge At this time very rapid wet-plates were known By arranging a line of cameras along a track and causing a horse in trotting past them to strike wires or strings attached to the shutters, the plates were exposed and a series of clear instantaneous photographs of the horse in motion was obtained

Positive prints were made which were mounted in a modified form of Zoetrope and projected upon a screen The horse in motion was thus reproduced, but, differing from the motion-pictures of to-day, always remained in the center of the screen in violent movement and making no progress

Early in the 'eighties dry-plates were introduced, and other experimenters took up the work, but they were handicapped by the fact that plates were heavy and only a limited number could be used This difficulty may be easily understood when it is realized that a modern motion-picture reel lasting fifteen minutes comprises about sixteen thousand separate and distinct photographs The impossibility of manipulating this large number of glass plates to show one motion-picture play will be seen at once

This was the condition of the art when Edison entered upon the work He himself says, "In the year 1887 the idea occurred to me that it was possible to devise an instrument which should do for the eye what the phonograph does for the ear, and that by a combination of the two all motion and

sound could be recorded and reproduced simultaneously."

Two very serious difficulties lay in the way, however—first, a sensitive surface of such form and weight as could be successively brought into position and exposed at a very high rate, and, secondly, the making of a camera capable of so taking the pictures Edison proved equal to the occasion, and, after an immense amount of work and experiment, continuing over a long period of time, succeeded in producing apparatus that made modern motion-pictures possible

In his earliest experiments a cylinder about the size of a phonograph record was used It was coated with a highly sensitized surface, and microscopic photographs, arranged spirally, were taken upon it Positive prints were made in the same way, and viewed through a magnifying-glass Various forms of this apparatus were made, but all were open to serious objections, the chief trouble being with the photographic emulsion

During this experimental period the kodak film was being developed by the Eastman Kodak Company, under the direction of Mr George Eastman Edison recognized that in this product there lay the solution of that part of the problem At first the film was not just what he required, but the Eastman Company after a time developed and produced the highly sensitized surface that Edison sought

It then remained to devise a camera by means of which from twenty to forty pictures per second could be taken Every user of a film camera can ap-

preciate the difficulty of the problem A long roll of film must pass steadily behind the lens At every inch it must be stopped, the shutter opened for the exposure, and then closed again The film must be advanced say an inch, and these operations repeated twenty to forty times a second throughout, perhaps, a thousand feet of film

Who but an Edison would assume that such a device could be made, and with such exactness that each picture should coincide with the others? After much experiment, however, he finally accomplished it, and in the summer of 1889 the first modern motion-picture camera was made From that day to this the Edison camera has been the accepted standard for securing pictures of objects in motion

The earliest form of exhibiting apparatus was known as the kinetoscope. It was a machine in which a positive print from the negative roll of film obtained in the camera was exhibited directly to the eyes through a peep-hole. About 1895 the pictures were first shown through a modified form of magic lantern, and have so continued to this day The industry has grown very rapidly, and for a long time the principal American manufacturers of motion-pictures paid a royalty to Edison under his basic patents

The pictures made in the earliest days of the art were simple and amusing, such as Fred Ott's sneeze, Carmencita dancing, Italians and their performing bears, fencing, trapeze stunts, horsemanship, blacksmithing, and so on No attempt was made to portray a story or play The "boys" at the laboratory

laugh when they tell of a local bruiser who agreed to box a few rounds with "Jim" Corbett in front of the camera. When this local "sparring partner" came to face Corbett he was so paralyzed with terror he could hardly move.

These early pictures were made in the yard of Edison's laboratory at Orange, in a studio called the "Black Maria." It was made of wood, painted black inside and out, and could be swung around to face the sunlight, which was admitted by a movable part of the roof.

This is all very different in these modern days. The studios in which interior motion-pictures are made are expensive and pretentious affairs. An immense building of glass, with all the properties and stage settings of a regular theater, are required. Of course many of the plays are produced out of doors, in portions of the country suited to the story.

All the companies producing motion-pictures employ regular stock companies of actors and actresses, selected especially for their skill in pantomime, although, as may be suspected, in the actual taking of the pictures they are required to carry on an animated dialogue as if performing on the real stage. This adds to the smoothness and perfection of the performance.

Motion-picture plays are produced under the direction of skilled stage-managers who must be specially trained for this particular business. Their work is far from being easy, for an act in a picture-play must be exact and free from mistakes, and must take place in a very short time. For instance, an

act in such a play may take less than five minutes to perform, but it must be carefully rehearsed for several weeks beforehand

There is plenty of scope for patience and ingenuity in taking motion-picture plays If trained children or animals are required they must be found or trained; and all the resources of trick and stop photography are called upon from time to time as the occasion requires

Edison has always held to his idea of a combination of the phonograph and motion-picture Some time ago he said, "I believe that in coming years, by my own work and that of Dickson, Muybridge, Marey, and others who will doubtless enter the field, grand opera can be given at the Metropolitan Opera House in New York without any material change from the original, and with artists and musicians long since dead"

This prediction has been partly fulfilled, for Edison's successful talking motion-pictures marked the beginning of the "talkies" which are flourishing to-day

XXI

EDISON INVENTS A NEW STORAGE BATTERY

MANY an invention has been made as the result of some happy thought or inspiration, but most inventions are made by men working along certain lines, who set out to accomplish a desired result It is rarely, however, that man starts out deliberately, as Edison did, to invent an entirely new type of such an intricate device as a storage battery, with only a vague starting point

Previous to Edison's work the only type of storage battery known was the one in which lead plates and sulphuric acid were employed He had always realized the value of a storage battery as such, but never believed that the lead-acid type could fulfil all expectations because of its weight and incurable defects

About the time that he closed the magnetic iron ore concentrating plant (in the beginning of the present century) Edison remarked to Mr R H Beach, then of the General Electric Company "Beach, I don't think nature would be so unkind as to withhold the secret of a *good* storage battery if a real earnest hunt for it is made I'm going to hunt" And before starting he determined to avoid lead and sulphuric acid

Edison is frequently asked what he considers to

be the secret of achievement He always replies, "Hard work, based on hard thinking" He has consistently lived up to this prescription to the utmost.

Of all his inventions it is doubtful whether any one of them has called forth more original thought, work, perseverance, ingenuity, and monumental patience than the one we are now dealing with One of his associates who has been through the many years of the storage-battery drudgery with him said "If Edison's experiments, investigations, and work on this storage battery were all that he had ever done, I should say that he was not only a notable inventor, but also a great man It is almost impossible to appreciate the enormous difficulties that have been overcome"

From a beginning which was made practically in the dark, it was not until he had completed more than ten thousand experiments that he obtained any positive results whatever Month after month of constant work by day and night had not broken down Edison's faith in success, and the failure of an experiment simply meant that he had found something else that would *not* do, thus bringing him nearer the possible goal

After this immense amount of preliminary work he had obtained promising results in a series of reactions between nickel and iron, and was then all afire to push ahead He therefore established a chemical plant at Silver Lake, New Jersey, and, gathering around him a corps of mechanics, chemists, machinists, and experimenters, settled down to

one of his characteristic struggles for supremacy. To some extent it was a revival of the old Menlo Park days and nights

The group that took part in these early years of Edison's arduous labors included his old-time assistant, Fred Ott, together with his chemist, J W Aylsworth, as well as E J Ross, Jr , W E Holland, and Ralph Arbogast, and a little later W G Bee, all of whom grew up with the battery and devoted their energies to its commercial development

One of these workers, relating the strenuous experiences of these few years, says "It was hard work and long hours, but still there were some things that made life pleasant One of them was the supper-hour we enjoyed when we worked nights Mr. Edison would have supper sent in about midnight, and we all sat down together, including himself. Work was forgotten for the time, and all hands were ready for fun I have very pleasant recollections of Mr Edison at these times He would always relax and help to make a good time, and on some occasions I have seen him fairly overflow with animal spirits, just like a boy let out of school He was very fond of telling and hearing stories, and always appreciated a joke After the supper-hour was over, however, he again became the serious, energetic inventor, deeply immersed in the work in hand"

Another interesting and amusing reminiscence of this period of activity has been told by another of the family of experimenters "Sometimes when Mr Edison had been working long hours he would want

to have a short sleep It was one of the funniest things I ever witnessed to see him crawl into an ordinary roll-top desk and curl up and take a nap If there was a sight that was still more funny, it was to see him turn over on his other side, all the time remaining in the desk He would use several volumes of *Watts' Dictionary of Chemistry* for a pillow, and we fellows used to say that he absorbed the contents during his sleep, judging from the flow of new ideas he had on waking"

Such incidents as these serve merely to illustrate the lighter moments that relieved the severe and arduous labors of the strenuous five years of the early storage-battery work of Edison and his associates Difficulties there were a-plenty, but these are what Edison usually thrives on As another co-worker of this period says. "Edison seemed pleased when he used to run up against a serious difficulty It would seem to stiffen his backbone and make him more prolific of new ideas For a time I thought I was foolish to imagine such a thing, but I could never get away from the impression that he really appeared happy when he ran up against a serious snag"

It would be out of the question in a book of this kind to follow Edison's trail in detail through the innumerable twists and turns of his experimentation on the storage battery, for they would fill a big volume The reader may imagine how extensive they were from the reply of one of his laboratory assistants, who, when asked how many experiments were made on the storage battery since the year

1900, replied. "Goodness only knows! We used to number our experiments consecutively from one to ten thousand, and when we got up to ten thousand we turned back to one and ran up to ten thousand again, and so on. We ran through several series—I don't know how many, and have lost track of them now, but it was not far from fifty thousand."

The mechanical problems in devising this battery were numerous and intricate, but the greatest difficulty that Edison had to overcome was the proper preparation of nickel hydrate for the positive and iron oxide for the negative plate. He found that comparatively little was known by manufacturing chemists about these compounds. Hence it became necessary for him to establish his own chemical works and put them in charge of men specially trained by himself.

After an intense struggle with these problems, lasting over several years, the storage battery was at length completed and put on the market. The public was ready for it and there was a rapid sale.

Continuous tests of the battery were carried on at the laboratory, as well as practical and heavy tests in automobiles, which were kept running constantly over all kinds of roads under Edison's directions. After these tests had been going on for some time the results showed that occasionally a cell here and there would fall short in capacity.

This did not suit Edison. He was determined to make his storage battery a complete success, and after careful thought decided to shut down until he had overcome the trouble. The customers were sat-

isfied and wanted to buy more batteries, but he was not satisfied and would sell no more until he had made the battery perfect

He therefore shut down the factory and went to experimenting once more The old strenuous struggle set in and continued nearly three years before he was satisfied beyond doubt that the battery was right In the early summer of 1909 Edison once more started to manufacture and sell the batteries, and has since that time continued to supply them as quickly as they are made. At the present writing the factory is running day and night in attempting to keep up with orders

One of the principal troubles of the earlier cells was a lack of conductivity between the nickel hydrate and the metal tube in which it was contained Edison had used graphite to obtain this conductivity, but this material proved to be uncertain in some cases After a long course of study and experiment he solved this problem in a satisfactory manner by using flakes of pure nickel, which he obtained by a most fascinating and ingenious process

A metallic cylinder is electroplated with alternate layers of copper and nickel, one hundred of each The combined sheet, which is only as thick as a visiting-card, is stripped off the cylinder and cut into tiny squares of about one-sixteenth of an inch each These squares are put into a bath which dissolves out the copper This releases the layers of nickel, so that each of these squares becomes one hundred tiny sheets, or flakes, of pure metallic nickel, so thin and light that when they are dried they will float in

the air These flakes are automatically pressed into the positive tubes with the nickel hydrate in an ingenious machine which had to be specially invented for the purpose

Not only was this machine specially invented, but it was necessary to invent and design practically all the other machinery that it was necessary to use in manufacturing the battery. Thus, we see that in this, as in many other of Edison's inventions, it is not only the thing itself that has been invented, but also the special machinery and tools to make it.

The principal use that Edison has had in mind for his storage battery is the transportation of freight and passengers by truck, automobile, and street-car. Although at the time of writing this book the improved battery has been on the market a little over two years, great strides have been made in carrying his ideas into effect.

The number of trucks and automobiles using Edison's storage battery already run into the thousands, with more orders than can be immediately filled

XXII

EDISON'S MISCELLANEOUS INVENTIONS

THUS far the history of Edison's career has fallen naturally into a series of chapters each aiming to describe a group of inventions in the development of some art This plan has been helpful to the writer and probably useful to the reader

It happens, however, that the process has left a vast mass of discovery and invention untouched, and it is now proposed to make brief mention of a few of the hundreds of things that have occupied Edison's attention from time to time

Beginning with telegraphy, we find that Edison did some work on wireless transmission. He says: "I perfected a system of train telegraphy between stations and trains in motion, whereby messages could be sent from the moving train to the central office, and this was the forerunner of wireless telegraphy This system was used for a number of years on the Lehigh Valley Railroad on their construction trains The electric wave passed from a piece of metal on top of the car across the air to the telegraph wires, and then proceeded to the despatcher's office In my first experiments with this system I tried it on the Staten Island Railroad and employed an operator named King to do the experimenting He reported results every day, and

received instructions by mail, but for some reason he could send messages all right when the train went in one direction, but could not make it go in the contrary direction I made suggestions of every kind to get around this phenomenon. Finally I telegraphed King to find out if he had any suggestions himself, and I received a reply that the only way he could propose to get around the difficulty was to put the island on a pivot so it could be turned around. I found the trouble finally, and the practical introduction on the Lehigh Valley road was the result The system was sold to a very wealthy man, and he would never sell any rights or answer letters He became a spiritualist subsequently, which probably explains it"

The earlier experiments with wireless telegraphy were made at Menlo Park during the first days of the electric light, and it was not until 1886 that Edison had time to spare to put the system into actual use. At that time Ezra T. Gilliland and Lucius J Phelps, who had experimented on the same lines, became associated with him in the work

Although the space between the train and the pole line was not more than fifty feet, Edison had succeeded at Menlo Park in transmitting messages through the air at a distance of five hundred and eighty feet Speaking of this and of his other experiments with induction telegraphy by means of kites, he said, recently "We only transmitted about two and one-half miles through the kites What has always puzzled me since is that I did not think of using the results of my experiments on 'etheric force'

that I made in 1875. I have never been able to understand how I came to overlook them. If I had made use of my own work I should have had long-distance wireless telegraphy."

These experiments of 1875, as recorded in Edison's famous note-books, show that in that year he detected and studied some then unknown and curious phenomena which made him think he was on the trail of a new force. His representative, Mr. Batchelor, showed these experiments with Edison's apparatus, including the "dark box," at the Paris Exposition in 1881. Without knowing it, for he was far in advance of the time, Edison had really entered upon the path of long-distance wireless telegraphy, as was proven later when the magnificent work of Hertz was published.

When Roentgen made the discovery of the X-ray in 1895 Edison took up experimentation with it on a large scale. He made the first fluoroscope, using tungstate of calcium for the screen. In order to find other fluorescent substances he set four men to work and thus collected upward of eight thousand different crystals of various chemical combinations, of which about eighteen hundred would fluoresce to the X-ray. He also invented a new lamp for giving light by means of these fluorescent crystals fused to the inside of the glass. Some of these lamps were made and used for a time, but he gave up the idea when the dangerous nature of the X-ray became known.

It would be possible to go on and describe in brief detail many more of the hundreds of Edison's

miscellaneous inventions, but the limits of our space will not permit more than the mere mention of a *few,* simply to illustrate the wide range of his ideas and work For instance:

A dry process of separating placer gold, the rapid disposal of heavy snows in cities

Experiments on flying machines with an engine operated by explosions of guncotton

The joint invention, with M W Scott Sims, of a dirigible submarine torpedo operated by electricity

Pyromagnetic generators for generating electricity directly from the combustion of coal

Pyromagnetic motors operated by alternate heating and cooling

A magnetic bridge for testing the magnetic qualities of iron

A "dead-beat" galvanometer without coils or magnetic needle

The odoroscope, for measuring odors, preserving fruit *in vacuo,* making plate glass, drawing wire

Metallurgical processes for treatment of nickel, gold, and copper ores

From first to last Edison has filed in the United States Patent Office more than fourteen hundred applications for patents Besides, he filed some one hundred and twenty caveats, embracing not less than fifteen hundred additional inventions The caveat has now been abolished in patent-office practice, but such a document could formerly be filed by an inventor to obtain a partial protection for a year

while completing his invention As an example of Edison's fertility and the endless variety of subjects engaging his attention the following list of matters covered by *one* of his caveats is given All his caveats are not quite so full of "plums," but this is certainly a wonder:

Forty-one distinct inventions relating to the phonograph, covering various forms of recorders, arrangement of parts, making of records, shaving tool, adjustments, etc

Eight forms of electric lamps using infusible earthy oxides and brought to high incandescence *in vacuo* by high potential current of several thousand volts; same character as impingement of X-rays on object in bulb

A loud-speaking telephone with quartz cylinder and beam of ultra-violet light.

Four forms of arc-light with special carbons.

A thermostatic motor.

A device for sealing together the inside part and bulb of an incandescent lamp mechanically.

Regulators for dynamos and motors.

Three devices for utilizing vibrations beyond the ultra-violet

A great variety of methods for coating incandescent lamp filaments with silicon, titanium, chromium, osmium, boron, etc

Several methods of making porous filaments

Several methods of making squirted filaments of a variety of materials, of which about thirty are specified.

Seventeen different methods and devices for separating magnetic ores.

A continuously operative primary battery.

A musical instrument operating one of Helmholtz's artificial larynxes.

A siren worked by explosion of small quantities of oxygen and hydrogen mixed

Three other sirens made to give vocal sounds or articulate speech

A device for projecting sound-waves to a distance without spreading, and in a straight line, on the principle of smoke-rings

A device for continuously indicating on a galvanometer the depths of the ocean.

A method of preventing in a great measure friction of water against the hull of a ship and incidentally preventing fouling by barnacles

A telephone receiver whereby the vibrations of the diaphragm are considerably amplified

Two methods of "space" telegraphy at sea.

An improved and extended string telephone

Devices and method of talking through water for a considerable distance

An audiphone for deaf people

Sound-bridge for measuring resistance of tubes and other materials for conveying sound

A method of testing a magnet to ascertain the existence of flaws in the iron or steel composing the same

Method of distilling liquids by incandescent conductor immersed in the liquid

Method of obtaining electricity direct from coal

An engine operated by steam produced by the hydration and dehydration of metallic salts

Device and method of telegraphing photographically

Carbon crucible kept brilliantly incandescent by current *in vacuo* for obtaining reaction with refractory metals

Device for examining combinations of odors and their changes by rotation at different speeds

It must be borne in mind that the above and hundreds of others are not merely *ideas* put in writing, but represent actual inventions upon which Edison worked and experimented In many cases the experiments ran into the thousands, requiring months for their performance

To describe Edison's mere ideas and suggestions for future work would of itself fill a volume These are written in his own handwriting in a number of large record-books which he has shown to the writer Judging from a hasty inspection, there is enough material in these books to occupy the lifetime of several persons

The immense range of Edison's mind and activities cannot well be described in cold print, but can only be adequately comprehended by those who have been closely associated with him for a length of time, and who have had opportunity of studying his voluminous records.

XXIII

EDISON'S METHOD IN INVENTING

IF ONE were allowed only two words with which to describe Edison it is doubtful whether a close examination of the entire dictionary would disclose any others more suitable than "experimenter-inventor" These would express the overruling characteristics of his eventful career

His life as child, boy, and man has revealed the born investigator with original reasoning powers, unlimited imagination, and daring method It is not surprising, therefore, that a man of this kind should exhibit a ceaseless, absorbing desire for knowledge, willing to spend his last cent in experimentation to satisfy the cravings of an inquiring mind.

There is nothing of the slap-dash style in Edison's experiments While he "tries everything," it is not merely the mixing of a little of this, some of that, and a few drops of the other, in the *hope* that *something* will come of it On the contrary, his instructions are always clear-cut and direct, and must be followed out systematically, exactly, and minutely, no matter where they lead nor how long the experiment may take

Unthinking persons have had a notion that some of Edison's successes have been due to mere dumb

fool luck—to fortunate "happenings." Nothing could be farther from the truth, for, on the contrary, it is owing almost entirely to his comprehensive knowledge, the breadth of his conception, the daring originality of his methods, and minuteness and extent of experiment, combined with patient, unceasing perseverance, that new arts have been created and additions made to others already in existence.

One of the first things Edison does in beginning a new line of investigation is to master the literature of the subject. He wants to know what has been done before. Not that he considers this as final, for he often obtains vastly different results by repeating in his own way the experiments of others.

"Edison can travel along a well-used road and still find virgin soil," remarked one of his experimenters recently, who had been trying to make a certain compound, but with poor success. Edison tried it in the same way, but made a change in one of the operations and succeeded.

Another of the experimental staff says: "Edison is never hindered by theory, but resorts to actual experiment for proof. For instance, when he conceived the idea of pouring a complete concrete house it was universally held that it would be impossible because the pieces of stone in the mixture would not rise to the level of the pouring-point, but would gravitate to a lower plane in the soft cement. This, however, did not hinder him from making a series of experiments which resulted in an invention that proved conclusively the contrary."

Having conceived some new idea and read everything obtainable relating to the subject in general, Edison's fertility of resource and originality come into play. He will write in one of the laboratory note-books a memorandum of the experiments to be tried, and, if necessary, will illustrate by sketches

This book is then given to one of the large staff of experimenters Here strenuousness and a prompt carrying on of the work are required The results of each experiment must be recorded in the note-book, and daily or more frequent reports are expected. Edison does not forget what is going on, but in his daily tours through the laboratory keeps in touch with the work of all the experimenters. His memory is so keen and retentive that he is as fully aware of the progress and details of each of the numerous experiments constantly going on as if he had made them all himself

The use of laboratory note-books was begun early in the Menlo Park days and has continued ever since They are plain blank-books, each about eight and a half by six inches, containing about two hundred pages At the present time there are more than one thousand of these books in the series On their pages are noted Edison's ideas, sketches, and memoranda, together with records of countless thousands of experiments made by him or under his direction during more than thirty years

These two hundred thousand or more pages cover investigations into every department of science, showing the operations of a master mind seeking to surprise Nature into a betrayal of her secrets by

asking her the same question in a hundred different ways The breadth of thought, thoroughness of method, infinite detail, and minuteness of investigation proceeding from the workings of one mind would surpass belief were they not shown by this wonderful collection of note-books

A remark made by one of the staff, who has been experimenting at the laboratory for over twenty years, is suggestive He said. "Edison can think of more ways of doing a thing than any man I ever saw or heard of He tries everything and never lets up, even though failure is apparently staring him in the face He only stops when he simply can't go any farther on that particular line When he decides on any mode of procedure he gives his notes to the experimenter and lets him alone, only stopping in from time to time to look at the operations and receive reports of progress."

The idea of attributing great successes to "genius" has always been repudiated by Edison, as evidenced by his historic remark that "genius is one per cent inspiration and ninety-nine per cent perspiration" Again, in a conversation many years ago between Edison, Batchelor, and E H Johnson, the latter made allusion to Edison's genius, when Edison replied

"Stuff! I tell you genius is hard work, stick-to-it-iveness, and common sense"

"Yes," said Johnson, "I admit there is all that to it, but there's still more Batch and I have those qualifications, but, although we knew quite a lot about telephones, and worked hard, we couldn't in-

vent a brand-new non-infringing telephone receiver as you did when Gouraud cabled for one Then, how about the subdivision of the electric light?"

"Electric current," corrected Edison.

"True," continued Johnson, "you were the one to make that very distinction The scientific world had been working hard on subdivision for years, using what appeared to be common sense. Results, worse than nil Then you come along, and about the first thing you do, after looking the ground over, is to start off in the opposite direction, which subsequently proves to be the only possible way to reach the goal It seems to me that this is pretty close to the dictionary definition of genius"

It is said that Edison replied rather incoherently and changed the topic of conversation.

This innate modesty, however, does not prevent Edison from recognizing and classifying his own methods of investigation In a conversation with two old associates a number of years ago he remarked "It has been said of me that my methods are empirical That is true only so far as chemistry is concerned. Did you ever realize that practically all industrial chemistry is colloidal in its nature? Hard rubber, celluloid, glass, soap, paper, and lots of others, all have to deal with amorphous substances, as to which comparatively little has been really settled My methods are similar to those followed by Luther Burbank. He plants an acre, and when this is in bloom he inspects it He has a sharp eye, and can pick out of thousands a single plant that has promise of what he wants From this

he gets the seed, and uses his skill and knowledge in producing from it a number of new plants which, on development, furnish the means of propagating an improved variety in large quantity So, when I am after a chemical result that I have in mind I may make hundreds or thousands of experiments out of which there may be one that promises results in the right direction This I follow up to its legitimate conclusion, discarding the others, and usually get what I am after There is no doubt about this being empirical, but when it comes to problems of a mechanical nature, I want to tell you that all I've ever tackled and solved have been done by hard, logical thinking" The intense earnestness and emphasis with which this was said were very impressive to the auditors

If, in following out his ideas, an experiment does not show the results that Edison wants, it is not regarded as a failure, but as something learned This attitude is illustrated by his reply to Mr Mallory, who expressed regret that the first nine thousand and odd experiments on the storage battery had been without results Edison replied, with a smile "Results! Why, man, I have gotten a lot of results! I have found several thousand things that won't work."

Edison's patient, plodding methods do not always appear on the note-books For instance, a suggestion in one of them refers to a stringy, putty-like mass being made of a mixture of lampblack and tar Some years afterward one of the laboratory as-

sistants was told to make some and roll it into filaments After a time he brought the mass to Edison and said.

"There's something wrong about this, for it crumbles even after manipulating it with my fingers"

"How long did you knead it?" asked Edison.

"Oh, more than an hour," was the reply

"Well, keep on for a few hours more and it will come out all right," was the rejoinder And this proved to be correct

With the experimenter or employee who exercises thought Edison has unbounded patience, but to the careless, stupid, or lazy person he is a terror for the short time they remain around him Once, when asked why he had parted with a certain man, he said "Oh, he was so slow that it would take him half an hour to get out of the field of a microscope"

Edison's practical way of testing a man's fitness for special work is no joke, according to Mr J H Vail, formerly one of the Menlo Park staff "I wanted a job," he said, "and was ambitious to take charge of the dynamo-room Mr Edison led me to a heap of junk in a corner and said· 'Put that together and let me know when it is running' I didn't know what it was, but received a liberal education in finding out. It proved to be a dynamo, which I finally succeeded in assembling and running I got the job"

A somewhat similar experience is related by Mr. John F Ott, who, in 1869, applied for work. This is the conversation that took place, led by Edison's question·

"What do you want?"

"Work"

"Can you make this machine work?" (exhibiting it and explaining its details).

"Yes."

"Are you sure?"

"Well, you needn't pay me if I don't"

And thus Mr Ott went to work and accomplished the results desired Two weeks afterward Edison put him in charge of the shop From that day to this, Mr Ott has remained a member of Mr Edison's staff

Examples without number could be given of Edison's inexhaustible fund of ideas, but one must suffice by way of example In the progress of the ore-concentrating work one of the engineers submitted three sketches of a machine for some special work They were not satisfactory He remarked that it was too bad there was no other way to do the work Edison said, "Do you mean to say that these drawings represent the only way to do this work?" The reply was, "I certainly do" Edison said nothing, but two days afterward brought in his own sketches showing *forty-eight* other ways of accomplishing the result, and laid them on the engineer's desk without a word One of these ideas, with slight changes, was afterward adopted

This chapter could be continued to great length, but must now be closed in the hope that in the foregoing pages the reader may have caught an adequate glance of Mr Edison at work

XXIV

EDISON'S LABORATORY AT ORANGE

If Longfellow's youth "Who through an Alpine village passed" had been Edison, the word upon his banner would probably not have been "Excelsior" but "Experiment." This seems to be the watchword of his life, and is well illustrated by a remark made to Mr Mason, the superintendent of the cement works "You must experiment all the time, if you don't the other fellow will, and then he will get ahead of you"

For some years after closing the little laboratory in his mother's cellar Edison made a laboratory of any nook or corner and experimented as long as he had a dollar in his pocket The first place he began to do larger things was in Newark, where he established his first shops

While life there was very strenuous, he tells of some amusing experiences "Some of my assistants in those days were very green in the business One day I got a new man and told him to conduct a certain experiment. He got a quart of ether and started to boil it over a naked flame Of course it caught fire The flame was about four feet in diameter and eleven feet high The fire department came and put a stream through the window That let all

the fumes and chemicals out and overcame the firemen

"Another time we experimented with a tubful of soapy water and put hydrogen into it to make large bubbles One of the boys, who was washing bottles in the place, had read in some book that hydrogen was explosive, so he proceeded to blow the tub up There was about four inches of soap in the bottom of the tub, which was fourteen inches high, and he filled it with soap-bubbles up to the rim Then he took a bamboo fish-pole, put a piece of lighted paper at the end and touched it off It blew every window out of the place"

We have seen that Edison moved to Menlo Park, where he had a very complete laboratory, in which he brought out a large number of important inventions After a time, however, this establishment was outgrown and lost many of its possibilities, and he began to plan a still greater one which should be the most complete of its kind in the world

The Orange laboratory, as was originally planned, consisted of a main building two hundred and fifty feet long and three stories in height, together with four other structures, each one hundred by twenty-five feet and only one story in height All these were substantially built of brick The main building was divided into five chief divisions—the library, office, machine-shops, experimental and chemical rooms, and stock-rooms The small buildings were to be used for various purposes

A high picket fence, with a gate, surrounded these buildings A keeper was stationed at the gate with

instructions to admit no strangers without a pass. On one occasion a new gateman was placed in charge, and, not knowing Edison, refused to admit him until he could get some one to come out and identify him.

The library is a spacious room about forty by thirty-five feet. Around the sides of the room run two tiers of gallery. The main floor and the galleries are divided into alcoves, in which, on the main floor, are many thousands of books. In the galleries are still more books and periodicals of all kinds, also cabinets and shelves containing mineralogical and geological specimens and thousands of samples of ores and minerals from all parts of the world. In a corner of one of the galleries may be seen a large number of magazines relating to electricity, chemistry, engineering, mechanics, building, cement, building materials, drugs, water and gas power, automobiles, railroads, aeronautics, philosophy, hygiene, physics, telegraphy, mining, metallurgy, metals, music, and other subjects, also theatrical weeklies, as well as the proceedings and transactions of various learned and technical societies. All of these form part of Mr. Edison's current reading. At one end of the main floor of the library, which is handsomely and comfortably furnished, is Mr. Edison's desk, at which he may usually be seen for a while in the early morning hours or at noon looking over his mail.

The centre of the library is left open for the reception of visitors, and one corner is partitioned off to provide a private office for Mr. Edison's son,

Charles, who is the President and active manager of the various Edison industries. Directly opposite to the entrance-door is a beautiful marble statue representing the supremacy of electric light over gas This statue was purchased by Mr Edison at the Paris Exposition in 1889

A glance at the book-shelves affords a revelation of the subjects in which Edison is interested, for the titles of the volumes include astronomy, botany, chemistry, dynamics, electricity, engineering, forestry, geology, geography, mechanics, mining, medicine, metallurgy, magnetism, philosophy, psychology, physics, steam, steam-engines, telegraphy, telephony, and many others These are not all of Edison's books by any means, for he has another big library in his house on the hill.

Turning to pass out of the library, one's attention is arrested by a cot standing in one of the alcoves near the door Sometimes during long working hours Mr Edison will throw himself down for a nap He has the ability to go to sleep instantly, and, being deaf, noises do not disturb his slumber The instant he awakes he is in full possession of his faculties and goes "back to the job" without a moment's hesitation

Immediately outside the library is the famous stock-room, about which much has been written Edison planned to have in this stock-room some quantity, great or small, of every known substance not easily perishable, together with the most complete assortment of chemicals and drugs that experience and knowledge could suggest. His theory

was, and is, that he does not know in advance what he may want at any moment, and he planned to have anything that could be thought of ready at hand.

Thus, the stock-room is not only a museum, but a sample-room of nature, as well as a supply department. At first glance the collection is bewildering, but when classified is more easily comprehended.

The classification is natural, as, for instance, objects pertaining to various animals, birds, and fishes, such as skins, hides, hair, fur, feathers, wool, quills, down, bristles, teeth, bones, hoofs, horns, tusks, shells, natural products such as woods, barks, roots, leaves, nuts, seeds, gums, grains, flowers, meals, bran, also minerals in great assortment, mineral and vegetable oils, clay, mica, ozokerite, etc. In the line of textiles, cotton and silk threads in great variety, with woven goods of all kinds, from cheese-cloth to silk plush. As for paper, there is everything in white and color, from thinnest tissue up to the heaviest asbestos, even a few newspapers being always on hand. Twines of all sizes, inks, wax, cork, tar, rosin, pitch, asphalt, plumbago, glass in sheets and tubes, and a host of miscellaneous articles are revealed on looking around the shelves, as well as an interminable collection of chemicals including acids, alkalies, salts, reagents, every conceivable essential oil, and all the thinkable extracts. It may be remarked that this collection includes the eighteen hundred or more fluorescent salts made by Edison during his experiments for the best material for a fluoroscope in the early X-ray period. All known metals in form of sheet, rod, and tube, and of great

variety in thickness, are here found also, together with a most complete assortment of tools and accessories for machine-shop and laboratory work

The list above given is not by any means complete In detail it would stretch out to a rather large catalogue It is not by any means an idle collection, for a stock clerk is kept busy all the day answering demands upon him

Beyond the stock-room is a good-sized machine-shop, well equipped, in which the heavier class of models and mechanical devices are made Attached to these are the engine-room and boiler-room. Above, on the second floor, is another machine-shop, in which is carried on work of greater precision and fineness in the construction of tools and experimental models

There are many experimental rooms on the second and third floors of the laboratory building In these the various experimenters are at work carrying out the ideas of Mr Edison on the great variety of subjects to which he is constantly devoting his attention. One cannot go far in the upper floors without being aware that efforts are being made to improve the phonograph, for the sounds of vocal and instrumental music can be heard from all sides

On the third floor the visitor may see a number of glass-fronted cabinets containing a multitude of experimental incandescent lamps, and an immense variety of models of phonographs, motors, telegraph and telephone apparatus, and a host of other inventions, upon which Mr Edison's energies have at one time or other been bent Here are also many

boxes of historical instruments and models. In fact, this hallway, with its variety of contents, may well be considered a scientific attic

In the early days of the Orange laboratory some of the upper rooms contained cots for the benefit of the night-workers In spite of the strenuous nights and days the spirit of fun was frequently in evidence One instance will serve as an illustration

One morning about two-thirty the late Charles Batchelor said he was tired and would go to bed. Leaving Edison and the others busily working, he went out and returned quietly in slippered feet, with his night-gown on, the handle of a feather-duster down his back with the feathers waving over his head, and his face marked With unearthly howls and shrieks, *a l' Indien,* he pranced about the room, incidentally giving Edison a scare that made him jump up from his work. He saw the joke quickly, however, and joined in the general merriment caused by this prank

A description of the laboratory building would be incomplete without mention of room Number 12 This is one of Edison's favorite rooms, where he may frequently be found seated at a plain table in the center of the room deeply intent on one of his numerous problems It is a plain little room, but seems to exercise a nameless fascination for him

Passing out of the building, we come to the four smaller buildings, which are known as Numbers One, Two, Three, and Four The building Number One is called the galvanometer room Edison originally planned that this should be used for the most

delicate and minute electrical measurements He went to great expense in fitting it up and in providing a large number of costly instruments, but the coming of the trolley near by a few years afterward rendered the room utterly useless for this purpose It is now used as an experimental room, chiefly for motion-picture experiments

Building Number Two is quite an important one. As the visitor arrives at the door he is quite conscious that it is a chemical-room Here a corps of chemists is constantly kept busy in carrying out the various experiments Mr Edison has given them to perform This room is also one of his special haunts He may be seen here very frequently experimenting in person, or seated at a plain little table figuring out some new combination that he has in mind.

A chemical store-room and a pattern-maker's shop occupy building Number Three, while Number Four, which was formerly used for ore concentrating experiments, is now used as a general stock-room

We have only attempted to afford the reader a passing glance of this interesting laboratory, which for many years has been the headquarters of Edison and the central source of inspiration for the great industries he has established at Orange Around it are grouped a number of immense concrete buildings in which the manufacture of phonographs, motion-pictures, and storage batteries is carried on, giving employment to as many as four thousand people during busy times

Needless to say, the laboratory has many visitors. Celebrities of all kinds and distinguished foreigners are numerous, coming from all parts of the world to see the great inventor and the scene of his activities

XXV

EDISON HIMSELF

LET us turn from what Edison has done to what Edison is It is worth while to know "the man behind the guns" Who and what is the personal Edison?

Certainly there must be tremendous force in a personality which has been one of the most potent factors in bringing into existence new industries now capitalized at tens of billions of dollars, earning annually sums running into billions, and giving employment to an army of more than two million people

It must not be thought that there is any intention to give entire credit to Edison for the present magnificent proportions of these industries The labors of many other inventors and the confidence of capitalists and investors have added greatly to their growth But Edison is the father of some of these arts and industries, and as to some of the others it was the magic of his touch that helped make them practicable

How then does Edison differ from most other men? Is it that he combines with a vigorous body a mind capable of clear and logical thinking, and an imagination of unusual activity? No, for there are

others of equal bodily and mental vigor who have not accomplished a tithe of his achievements.

We must answer then, first, that his whole life is concentrated upon his work. When he conceives a broad idea of a new invention he gives no thought to the limitations of time, or man, or effort. Having his body and mind in complete subjection through iron nerves, he settles down to experiment with ceaseless, tireless, unwavering patience, never swerving to the right or left nor losing sight of his purpose Years may come and go, but nothing short of success is accepted

A good example of this can be found in the development of the nickel pocket for the storage battery, an element the size of a short lead-pencil More than five years were spent in experiments costing upward of a million dollars to perfect it Day after day was spent on this investigation, tens of thousands of tubes and an endless variety of chemicals were made, but at the end of five years Edison was as much interested in these small tubes as when the work was first begun

So far as work is concerned, all times are alike to Edison, whether it be day or night He carries no watch, and, indeed, has but little use for watches or clocks except as they may be useful in connection with an experiment in which time is a factor The one idea in mind is to go on with the work incessantly, always pushing steadily onward toward the purpose in view, with a relentless disregard of effort or the passage of time

A second and very marked characteristic of Edi-

son's personality is an intense and courageous hopefulness and self-confidence, into which no thought of failure can enter The doubts and fears of others have absolutely no weight with him Discouragements and disappointments find no abiding place in his mind Indeed, he has the happy faculty of beginning the day as open-minded as a child, yesterday's discouragements and disappointment discarded, or, at any rate, remembered only as useful knowledge gained and serving to point out the fact that he had been temporarily following the wrong road.

Difficulties seem to have a fascination for him To advance along smooth paths, meeting no obstacles or hardships, has no charm for Edison To wrestle with difficulties, to meet obstructions, to attempt the impossible—these are the things that appear to give him a high form of intellectual pleasure He meets them with the keen delight of a strong man battling with the waves and opposing them in sheer enjoyment.

Another marked characteristic of Edison is the fact that his happiness is not bound up in the making of money While he appreciates a good balance at his banker's, the keenness of his pleasure is in overcoming difficulties rather than the mere piling up of a bank account Had his nature been otherwise, it is doubtful if his life would have been filled with the great achievements that it has been our pleasure to record

In a life filled with tremendous purpose and brilliant achievement there must be expected more or less of troubles and loss. Edison's life has been no

exception, but, with the true philosophy that might be expected of such a nature, he remarked recently: "Spilled milk doesn't interest me. I have spilled lots of it, and, while I have always felt it for a few days, it is quickly forgotten, and I turn again to the future."

Edison to-day has a fine physique, and, being free from serious ailments, enjoys a vigorous old age His hair has whitened, but it is still abundant, and though he uses glasses for reading, his gray-blue eyes are as keen and bright and deeply lustrous as ever, with the direct, searching look in them that they have ever worn

Edison in his 'eighties still has a fine physique, weighs over one hundred and sixty-five pounds, and has varied little as to weight in the last forty years. He is very abstemious, hardly ever touching alcohol and caring little for meat In fact, the chief article of his diet is warm milk, which he finds satisfactory for his need

He believes that people eat too much, and governs himself accordingly His meals are simple, small in quantity, and take but little of his time at table. If he finds himself varying in weight he will eat a little more or a little less in order to keep his weight constant

As to clothes, Edison is simplicity itself Indeed, it is one of the subjects in which he takes no interest. He says: "I get a suit that fits me, then I compel the tailors to use that as a jig, or pattern, or blueprint, to make others by For many years a suit was used as a measurement; once or twice they took

fresh measurements, but these didn't fit, and they had to go back I eat to keep my weight constant, hence I never need changed measurements "

This will explain why a certain tailor had made Edison's clothes for twenty years and had never seen him

In 1873 Mr Edison was married to Miss Mary Stilwell, who died in 1884, leaving three children—Thomas Alva, William Leslie, and Marion Estelle.

Mr. Edison was married again in 1886 to Miss Mina Miller, daughter of Mr Lewis Miller, a distinguished pioneer inventor and manufacturer in the field of agricultural machinery, and equally entitled to fame as the father of the "Chautauqua idea," and the founder with Bishop Vincent of the original Chautauqua, which now has so many replicas all over the country By this marriage there are three children—Charles, Madeline, and Theodore

For over twenty years Edison's happy and perfect domestic life has been spent at Glenmont, a beautiful property in Llewellyn Park, on the Orange Mountain, New Jersey Here, amid the comforts of a beautifully appointed home, in which may be seen the many decorations and medals awarded to him, together with the numerous souvenirs sent to him by foreign potentates and others, Edison spends the hours that he is away from the laboratory They are far from being idle hours, for it is here that he may pursue his reading free from interruption

His hours of sleep are few, not more than six in the twenty-four, and not as much as that when working nights at the laboratory In a recent conversa-

tion a friend expressed surprise that he could stand the constant strain, to which Edison replied that he stood it easily, because he was interested in everything. He further said: "I don't live with the past; I am living for to-day and to-morrow. I am interested in every department of science, art, and manufacture. I read all the time on astronomy, chemistry, biology, physics, music, metaphysics, mechanics, and other branches—political economy, electricity, and, in fact, all things that are making for progress in the world. I get all the proceedings of the scientific societies, the principal scientific and trade journals, and read them. I also read some theatrical and sporting papers and a lot of similar publications, for I like to know what is going on. In this way I keep up to date, and live in a great, moving world of my own, and, what's more, I enjoy every minute of it."

In conversation Edison is direct, courteous, ready to discuss a topic with anybody worth talking to, and, in spite of his deafness, an excellent listener. No one ever goes away from him in doubt as to what he thinks or means, but, with characteristic modesty, he is ever shy and diffident to a degree if the talk turns on himself rather than on his work.

He is a normal, fun-loving, typical American, ever ready to listen to a new story, with a smile all the while, and a hearty, boyish laugh at the end. He has a keen sense of humor, which manifests itself in witty repartee and in various ways.

In his association with his staff of experimenters the "old man," as he is affectionately called, is considerate and patient, although always insisting on

absolute accuracy and exactness in carrying out his ideas He makes liberal allowance for errors arising through human weakness of one kind or another, but a stupid mistake or an inexcusable oversight on the part of an assistant will call forth a storm of contemptuous expression that is calculated to make the offender feel cheap. The incident, however, is quickly a thing of the past, as a general rule

If there is anything in heredity, Edison has many years of vigor and activity yet before him What the future may have in store in the way of further achievement cannot be foreshadowed, for he is still a mighty thinker and a prodigy of industry and hard work

XXVI

EDISON'S NEW PHONOGRAPH

As RELATED in a preceding chapter of this work, the first commercial phonograph was of the wax cylinder type Celluloid afterwards superceded wax as a material for the cylinder record, because of its indestructibility Edison's work on the disc phonograph and record, invented by him in 1878, is related in the following pages

From the time of his conception of the phonograph in 1877 to the present day Edison has had a deep conviction that people want good music in their homes That this is not a conviction founded upon commercialism may be appreciated on reading his own words. "Of all the various forms of entertainment in the home, I know of nothing that compares with music It is safe and sane, appeals to all finer emotions, and tends to bind family influences with a wholesomeness that links old and young together If you will consider for a moment how universally the old 'heart songs' are loved in the homes, you will realize what a deep hold music has in the affections of the people. It is a safety-valve in the home"

Throughout the years that followed the advent of the earlier type of phonograph with the cylindrical wax records Edison never lost sight of his deter-

mination to make it a more perfect instrument, for, of all the children of his brain, the phonograph seems to be the one he loves most He is the most severe critic of his own work and is never content with less than the best obtainable

Thus it came about that, some thirteen years ago, having reached the apex of his dissatisfaction with what he thought were the shortcomings of the phonograph and records of that time, he began work on a long-cherished plan of refining the machine and the records so that he could reproduce music, vocal and instrumental, with all its original beauty of tone and sweetness—in fact, a true "re-creation" As the world knows, he has succeeded

With his characteristic vigor and earnestness Edison plunged into this campaign, fully realizing the immense difficulties of the task he had undertaken In order to accomplish the desired end he must, in the first place, devise entirely new types of recorder and reproducer which would have essentially different characteristics from any then in existence In addition to this, an entirely new material must be found and adapted for the surface of the records, a material pliable, indestructible, and, above all, so exceedingly smooth that there should be no rasping, scratching sounds to mar the beauty of the music

In planning this campaign Edison had decided to return to the disc type of machine and record, which he had invented away back in 1878, and which he now took up again, as it would afford him the greatest scope for his latest efforts

While simultaneously carrying on a formidable

line of experiments to produce the desired material for the records he labored patiently through the days and away into the nights for many months in evolving the new recorder and reproducer, pausing only to snatch a few hours of sleep, which sometimes would be taken at home and at other times on a bench or cot in the laboratory After some thousands of experiments, extending over a period of more than ten months and conducted with the never-wearying patience so characteristic of him, he perfected his recorder and the diamond-point reproducer which gave him the results for which he strove so many years This was on the eve of his departure for Europe in August, 1911

When Edison thinks he has perfected any device his next step is to find out its weakness by trying his best to destroy it Illustrative of this there may be quoted two instances of severe tests in connection with his alkaline storage battery After completing it he rigged up a device by means of which a set of batteries were subjected to a series of 1,700,000 severe bumps in the effort to destroy them When this failed, they were mounted on a heavy electric car, which was propelled with terrific force a number of times against a heavy stone wall, only to show that they were proof against injury by any such means

His new phonograph reproducer was not exempted from this policy of attempted destruction, and before leaving for Europe he gave instructions for a grilling test, which was, of course, carried out faithfully, but the diamond point was found to be

uninjured after playing records more than four thousand times With such results he deemed it a safe proposition

On his return from Europe in October, 1911, Edison resumed his attack on the evolution of the new indestructible disc record with a smooth surface, the main principles of which had been determined upon before his departure In addition, there arose the problem of manufacturing such records in great quantities The difficulties that confronted him completely baffle description The whole battle was carried on with the aid of powerful microscopes, which even at their best would fail to reveal the obscure cause of temporary discomfiture Differences in material, dirt, dust, temperature, water, chemical action, thumb marks, breath marks, cloth and brush marks, and a host of major and minor incidentals, were patiently and painstakingly investigated with a thoroughness that is almost beyond belief to the layman

Day and night the work was carried on incessantly. During the height of the investigation, toward the close of this five-year campaign, Edison and a few of his faithful experimenters—facetiously called "The Insomnia Squad"—stayed steadily at the works for a period of over five weeks—eating, drinking, working, and sleeping (occasionally) there During that time Edison went home only four or five times, and then merely to change his clothing He and the men slept for short periods in the works or in the library, on benches and tables, resuming their labors immediately on waking up.

Edison had arranged for an abundant supply of good substantial food which they themselves cooked, hence the inner man was well cared for The wives of the men came around at intervals with changes of clothing for their husbands This intense application to work left no time for shaving, with the result that all hands might well have been taken for a gang of traditional pirates from their unkempt appearance

They were all happy, however, and, strange to say, all increased in weight, although a contrary result might naturally have been expected The intense work has never ceased, but there has been no similar protracted siege since, as the main principles were practically settled at that time The foregoing instance has been merely mentioned to illustrate the fierce vigor with which Edison works when he is seeking to complete one of his inventions He has been, and still is, prosecuting his labors with the same energy to bring about the utmost perfection that is possible

He has not confined his work to the refinement of the merely mechanical parts, such as the instrument and the records, but during the last ten years he has devoted an immense amount of time to music itself Becoming convinced that the public desired really beautiful music, he set himself to a thorough study of the subject, not only of compositions, but also of the human voice, its powers and limitations, and of different effects of various styles of orchestration He determined to hear for himself music of all kinds, and with this object in view hired a number of sight-

reading players and singers to render musical selections by the hour

In the past ten years he has heard upward of twenty-five thousand compositions of a wide range, from grand opera to ragtime As he hears them he indicates his opinions, which range from "beautiful" to "punk," according to his idea of availability for the phonograph An elaborate card system preserves these indications for further application in selecting music for the phonograph

It might seem dogmatic to have the reproduction of musical compositions depend upon his opinion, but it must be said that he is not entirely committed to such drastic measures if there is a real demand for some musical selection which does not seem to merit his good opinion His decision as to a composition is not based on a merely personal whim or fad, but upon his opinion of it from the standpoint of an inventor He has said to the writer more than once "There is invention in music just as much as in the arts Composers such as Verdi, Rossini, Bellini, Donizetti were inventors They did not copy, nor did some of the other great composers But the rank and file of musicians are not inventors, they have copied the ideas of the others, consciously or unconsciously If you will sit down for a few hours and have a lot of miscellaneous compositions played you will be convinced of it."

Edison has had no musical training, as the term is generally understood, and the writer must confess that before hearing the above expression he failed to comprehend the true basis of the inventor's opin-

ions of the various compositions played or sung for him. On several occasions he therefore arranged (unknown to Edison) to have one or more compositions played or sung again after a lapse of some weeks, to see whether or not there would be any similarity of opinion to that first indicated. In every case Edison's judgment was practically, and in some cases precisely, the same as before, thus proving that the opinion first given was not merely a whim, but was based upon some definite line of thought in the inventor's brain.

His excursion into the musical realm has also included the personal hearing of many singers so as to determine their fitness for making phonograph records. This proved to be a wonderfully interesting field of investigation, and he has given a great deal of time to it, listening critically to each voice, good, bad, or indifferent, and patiently writing out his criticism in each case. Not only has he heard a large number of singers who have visited the laboratory for the purpose, but he also had a representative scouring Europe for voices several years ago. This man visited the principal cities and towns of Europe and took phonograph records of the voices of the operatic and other prominent singers in each place and shipped them over to Edison, who listened to each one and recorded his opinion in a series of note-books kept for the purpose. He has in the laboratory at Orange nearly two thousand voice records of this kind. All this is done with the object of securing the really best voices in the world. Prob-

ably this is the most unique "voice library" in existence

He is very deaf, but has a wonderfully acute inner ear, which, being protected by his deafness from the ordinary sounds of life, will catch minute imperfections that are imperceptible to the person of ordinary hearing In listening to a voice he uses a peculiarly shaped horn which is held close to the ear, and such is the acuteness of his hearing that he at once distinguishes minute changes of register, extra waves, tremolo, non-periodic vibrations, and other minor defects that detract from the true beauty of vocal sounds In addition, he can immediately recognize the number of overtones and rate of tremolo, which may afterward be verified by a microscopic examination of a record of the same voice

Edison contends that the phonograph will give the "acid test" of a voice, for it will record nothing more and nothing less than what is in the voice itself, and the record is unchangeable In his judgment, operatic voices are not necessarily the most perfect ones, for, as he says "the vocal cords of opera singers are always at the straining-point They usually sing on roomy stages in large theaters with a large orchestra in front of them, and their voices must go out above all these instruments so as to be heard to the farthest limits of the house Consequently, they are always doing their utmost and their vocal cords become adapted to heavy work only. People often wonder why their favorite operatic singers do not charm them as much in concert or through the phonograph as they did at the opera,

but do not stop to think of the difference between the opera-house and the concert-hall or parlor. I don't mean to say a word of detraction in regard to operatic singers, for I have a great admiration for their wonderful art and for many of their voices, and a great number of them have now recognized the value of special effort to acquire the distinct art and technique of singing for the phonograph (which is a parlor instrument), and have made some really beautiful records."

The writer was one day discussing with Edison the temperament of singers generally and the good opinion that each one usually has of his or her own voice irrespective of any artistic use he or she could make of it. He said: "I don't see what they have to be conceited about. The Almighty has given them a little piece of meat in their throats that differs slightly from the corresponding piece of meat in somebody else's throat. They can take no credit for that, but if they use their brains to interpret and perfect the use of what has been given them, they have accomplished something. What I want is voices that will stand the test of the phonograph and give permanent pleasure to people, irrespective of stage environment, or the press agent, or pleasing personality."

This chapter could be extended to a great length in setting forth the results of Edison's deep study of music which he undertook solely for the purpose of bringing his latest achievement up to the high standard which he set for it so many years ago, but enough has been said to indicate the immense amount

of work he has done and the trend of his ideas. That he has been able, amid the round of his multitudinous duties and work, which occupy his time and attention from sixteen to eighteen hours a day, to delve into the subject so profoundly and to evolve ideas that are confessedly awakening the musical world is sufficient to indicate that in spite of his years and herculean labors in the past he has not lost any of the vim or pertinacity that have so distinguished him in days gone by.

XXVII

EDISON'S WORK DURING THE WAR

WITH the shattering of the world's peace by the great conflict which commenced on July 28, 1914, there came a universal disturbance of industrial conditions. The Edison industries were not exempt.

Edison's activities during the years of the war were of the same intensely vigorous and energetic nature so characteristic of him throughout his busy life. His work during this period is divisible into two distinct sections: first, the working out of processes and the design and construction of nine chemical and two benzol plants to supply chemicals and materials greatly needed by our country, and, second, his war work for the United States government. We will discuss these in the above order.

For many years before the war America had been a large importer of raw materials and manufactured products from England, Germany, and other European countries. Among these may be mentioned potash, dyes, carbolic acid, aniline oil, and other coal-tar products. After hostilities began the activities of the Allied fleets prevented all exportations by Germany and the Central Powers. On the other hand, England and her allies placed embargoes on the exportation from their countries of

all materials and products which could be used for food or munitions of war

Thus there suddenly came a great embarrassment to numerous American industries   By reason of our continued importation for many years our country had become dependent upon Europe for supplies of various products and had made practically no provision for the manufacture of these products within our own borders

Inasmuch as our narrative concerns Edison and his work, we shall not attempt to name all the industries thus affected, but will confine ourselves to a mention of the items relating to his own needs and of those which he promptly took steps to produce for the relief of many industries and for the general good of the country   These items were carbolic acid, aniline oil, myrbane, aniline salts, acetanilid, para-nitro-acetanilid, paraphenylenediamine, para-amido-phenol, benzidine, benzol, toluol, xylol, solvent naphtha, and naphthaline flakes

Edison's principal requirements were potash for his storage battery and carbolic acid and paraphenylenediamine for use in the manufacture of disc phonograph records   After a great deal of experimenting he found that caustic soda could be used in his storage battery and therefore employed it until new supplies of potash were obtainable

Carbolic acid and paraphenylenediamine had been previously imported from England and Germany and as there was practically none produced in the United States and no possibility of substituting other products Edison realized that he would be compelled

to manufacture them himself, as the source of supply was cut off He, therefore, as usual, gathered together all available literature and plunged into a study of manufacturing processes and quickly set his chemists to work on various lines of experiment

Having decided through these experiments on the process by which he would manufacture carbolic acid synthetically, Edison designed his first plant, gathered the building material and apparatus together and instructed his engineers to rush the construction as fast as possible By working gangs of men twenty-four hours a day the plant was rapidly completed and on the eighteenth day after the work of construction was begun it commenced turning out carbolic acid. Within a month this plant was making more than a ton a day and gradually increased its capacity until, a few months afterward, it reached its maximum of six tons a day

It soon became publicly known that Edison was manufacturing carbolic acid, and he was overwhelmed with offers to purchase the excess over his own requirements The demand for carbolic acid became so great that he decided to erect a second plant This was quickly constructed and its capacity, which was also six tons per day, was contracted for before the plant was fully completed It is interesting to note that the army and navy departments of the United States were among the first to make long contracts with Edison for his carbolic acid, from which they made explosives that were badly needed

We must digress here to show an emergency that had arisen during the early days of the first carbolic-

acid plant There had come about a serious shortage of benzol, which is a basic material in the manufacture of synthetic carbolic acid Benzol is a product derived from the gases arising from the destructive distillation of coal in coke ovens At the time of which we are writing (beginning of 1915) there was only a comparatively small quantity of benzol produced in the United States

Mr Edison realized that without a continuous and liberal supply of benzol he would be unable to carry out his project of producing carbolic acid in large quantities He had also been approached by various textile manufacturers to make aniline oil, which was essential to their continuance in business, and of which there was practically no supply in the country. Without it he could not make paraphenylenediamine Benzol is also a basic material in making aniline oil

Therefore, it became doubly important to arrange for an adequate and continuous supply of benzol Edison made a study of the methods and processes of producing benzol and then made proposals to various steel companies to the effect that he would, with their permission, erect a benzol plant at their coke ovens, operate the same at his own expense, and pay them a royalty for every gallon of benzol, toluol, xylol, or solvent naphtha taken from their gases Such arrangement would not only meet his requirements, but at the same time would give the steel companies an income from something which they had been allowing to pass away into the air He succeeded in making arrangements with two of the companies—namely, the Cambria Steel Company

at Johnstown, Pennsylvania, and the Woodward Iron Company, Woodward, Alabama

Ordinarily, it requires from nine to ten months to erect a benzol plant, but before making his proposal to the steel companies Edison had worked out a plan for erecting a practical plant within sixty days, and had laid it out on paper He was sure of his grounds, because from his vast experience he knew where to pick up the different pieces of apparatus in various parts of the country

The contract for his first benzol plant at Johnstown, Pennsylvania, was signed on January 18, 1915, and the actual work was begun an hour after the contract was signed, with the final result that in forty-five days afterward the benzol plant was completed and commenced working successfully. The second plant, at Woodward, Alabama, was completed within sixty days after breaking ground, the two weeks difference in time being accounted for by the fact that Woodward was farther away from the base of supplies and there were delays in railroad transportation of materials

Being sure, through these contracts, of a continuous supply of benzol, Edison designed a plant for making aniline oil By working gangs of men day and night, the erection of this plant was completed in forty-five days The capacity of the plant, four thousand pounds per day, was fully contracted for by anxious manufacturers long before the machinery was in place.

Let us now consider Edison's work on paraphenylenediamine This is a chemical product which is

largely used in dyeing furs black America had imported all her requirements from Germany, but within a few months after the beginning of hostilities the visible supply was exhausted and no more could be expected during war-times Fur-dyers were in despair This product being also absolutely essential in the manufacture of phonograph records, Edison worked out a process for making it, and as his requirements were very moderate he established a small manufacturing plant at the Orange laboratory and soon began to produce about twenty-five pounds a day In some way the news reached the ears of many desperate fur-dyers, and Edison was quickly besieged with most urgent requests for such portion of his output as could be spared Fortunately, a small proportion of the output was available and was distributed daily in accordance with the necessities of those concerned This small quantity being merely a drop in the bucket, the fur-dyers earnestly besought Edison to establish a larger plant and supply them with greater quantities of paraphenylenediamine, as their business had come almost to a standstill for lack of it He, therefore, designed and constructed rapidly a larger plant, which, when put into operation, was soon producing two hundred to three hundred pounds a day, thus saving the situation for the fur-dyers The capacity of this plant was gradualy increased until it turned out upward of a thousand pounds a day, of which a goodly proportion was exported to Europe and Japan

Lack of space has prevented the narration of more than a mere general outline of some of Edison's

important achievements during part of the war years along chemical and engineering lines and in furnishing many of the industries of the country with greatly needed products that, for a time at least, were otherwise unobtainable. Much could be written about his work on producing myrbane, aniline salts, acetanilid, para-nitro-acetanilid, para-amido-phenol, benzidine, toluol, xylol, solvent naphtha, and naphthaline flakes—how his investigations and experiments on them ran along with the others, team fashion, so to speak, how he brought the same resourcefulness and energy to bear on many problems, and how he eventually surmounted numerous difficulties—but limitations of space forbid. Nor can we make more than a mere passing mention of the assistance he gave to the governments in the quick production of toluol and in furnishing plans and help to construct and operate two toluol plants in Canada. Suffice it to say that his achievements during this episode in his career were fully in accord with the notable successes he had already scored. It may be noted that in the three years following 1914 others went into the business of manufacturing the above chemicals, and as they installed and operated plants and furnished supplies needed in the industries Edison withdrew and shut down his special plants one after another.

Let us now take a brief glance at the patriot-inventor at work for his government in war-times and especially during the last two years of the Great War.

In the late summer of 1915 the Secretary of the

Navy, Hon Josephus Daniels, communicated to Mr. Edison an idea he had conceived of gathering together a body of men preeminent in inventive research to form an advisory board which should come to the aid of our country in an inventive and advisory capacity in relation to war measures In this communication Secretary Daniels made an appeal to Edison's patriotism and asked him to devote some of his effort in the service of the country and also to act as chairman of the board Although he was already working about eighteen hours a day, Edison signified his consent In the fall of 1915 the board was organized and subsequently became known as the Naval Consulting Board of the United States Mr Edison was at first chairman and subsequently became president of the board

The history of the work and activities of the board is too extensive to be related here in detail and can only be hinted at Indeed, it is the subject of a separate volume which is being published by the Navy Department We shall, therefore, confine our narrative to the story of Edison's work

In December, 1916, Secretary Daniels expressed a desire that Mr. Edison visit him in Washington for an important conference At that time it seemed almost inevitable that the United States would be drawn into the conflict with Germany sooner or later, and at the conference Secretary Daniels asked Edison to devote more of his time to the country by undertaking experiments on a series of problems, a list of which was handed to him

Edison signified his assent, agreeing to give his

whole time to the government without charge, and returned to his laboratory He immediately put everything else aside, and with characteristic enthusiasm and energy delved into the work he had undertaken The problems referred to covered a wide range of the sciences and arts, and time being an essential element, he added to his laboratory staff by gathering together from various sources a number of young men, experts in various lines, to assist him in his investigations

Inasmuch as Edison's war work for the government occupied his entire time for upward of two years, it is manifestly out of the question to narrate the details within the limits of a chapter. We must, therefore, be content to itemize the principal problems upon which he occupied himself and assistants and as to which he reported definite results to Washington The items are as follows

1 Locating position of guns by sound-ranging
2 Detecting submarines by sound from moving vessels
3 Detecting on moving vessels the discharge of torpedoes by submarines
4 Quick turning of ships
5 Strategic plans for saving cargo boats from submarines
6 Collision mats
7 Taking merchant-ships out of mined harbors.
8 Oleum cloud shells
9 Camouflaging ships and burning anthracite.
10 More power for torpedoes

11 Coast patrol by submarine buoys
12 Destroying periscopes with machine-guns
13 Cartridge for taking soundings
14 Sailing-lights for convoys
15 Smudging sky-line.
16 Obstructing torpedoes with nets
17 Under-water search-light
18 High-speed signaling with search-lights
19 Water-penetrating projectile
20 Airplane detection
21. Observing periscopes in silhouette
22 Steamship decoys.
23. Zigzagging.
24 Reducing rolling of warships
25 Obtaining nitrogen from the air
26 Stability of submerged submarines
27 Hydrogen detector for submarines
28 Induction balance for submarine detection
29 Turbine head for projectile
30 Protecting observers from smoke-stack gas
31 Mining Zeebrugge harbor
32. Blinding submarines and periscopes
33 Mirror-reflection system for warships
34 Device for look-out men
35 Extinguishing fires in coal bunkers
36 Telephone system on ships
37 Extension ladder for spotting-top
38. Preserving submarine and other guns from rust
39 Freeing range-finder from spray
40 Smudging periscopes

41 Night glass
42. Re-acting shell

It will be seen that Mr Edison's inventive imagination was permitted a wide scope He fairly reveled in the opportunity of attacking so many difficult problems and worked through the days and nights with unflagging enthusiasm. He committed his business interests to the care of his associates, and during the two years of his work for the government kept in touch with his great business interests only by means of reports which were condensed to the utmost In addition, for two successive winters, he gave up his regular winter vacation on his Florida estate, usually a source of great enjoyment to him But it was all done willingly and without a word of regret or dissatisfaction so far as the writer's knowledge goes

Although we cannot take space to discuss the above items in detail, the reader will probably have a desire to know something of Edison's work in regard to the submarines

In view of the vast destruction of shipping, perhaps it is not an overstatement to say that the most vital problem of the late war was to overcome the menace of the submarine Undoubtedly there was more universal study and experiment on means and devices for locating and destroying submarines than on any other single problem

The class of apparatus most favored by investigators comprised various forms of listening devices by means of which it was hoped to detect and locate by

sound the movement of an entirely submerged submarine The difficulties in obtaining accurate results were very great even when the observing vessel was motionless, but were enormously enhanced on using listening devices on a vessel under way, on account of the noises of the vessel itself, the rushing of the water, and so on

Edison's earliest efforts were confined to the induction balance, but after two months of intensive experimenting on that line he gave it up and entered upon a long series of experiments with listening devices, employing telephones, audions, towing devices, resonators, etc. The Secretary of the Navy provided Edison with a 200-foot vessel for his experiments, and in the summer and fall of 1917 they had progressed sufficiently to enable him to detect sounds of moving vessels as far distant as five thousand yards This, however, was when the observing vessel was at anchor The results with the vessel under way, at full speed, were not poor

Having pushed the possibilities along this line to their reasonable limit, Edison was of the opinion that this plan would not be practical and he turned his thoughts to another solution of the problem—namely, to circumvent the destructive operation of the submarine and avoid the loss of ships. He had discovered in his experimenting that the noise made by a torpedo in its swift passage through the water was very marked and easily distinguishable from any other sound

With this fact as a basis, Edison, therefore, evolved a new plan, which had two parts. first, to

provide merchant-ships with a listening apparatus that would enable them, while going at full speed, to hear the sound of a torpedo as soon as it was launched from a submarine, and, second, to provide the merchant-ships with means for quickly changing their course to another course at right angles. Thus, the torpedo would miss its mark and the merchant-ship would be saved. If another torpedo should be launched, the same tactics could be repeated.

His further investigations were conducted along this line. After much experimenting he developed a listening device in the form of an outrigger suspended from the bowsprit. This device was so arranged that it hung partly in the water and would always be from 10 to 20 feet ahead of the vessel, but could be swung inboard at any time. The device was about 20 feet long and about 16 inches in width and was made of brass and rubber. It contained brass tubes, with a phonograph diaphragm at the end which hung in the water. The listening apparatus was placed in a small room in the bow of the vessel. There were no batteries used. With this listening apparatus, and while the vessel was going full speed, moving boats 1,000 yards away could be easily heard in rough seas. This meant that torpedoes could be heard 3,000 yards away, as they are by far the noisiest craft that "sail" the ocean.

The second step in Edison's plan—namely, the quick changing of a ship's course, was accomplished with the "sea anchor." This device consists of a strong canvas bag which is attached to a ship by long ropes. When thrown overboard the bag opens, fills

with water, and acts as a drag on a ship under way. Edison's plan was to use four or more sea anchors simultaneously In a trial made with a steamship 325 feet long, draught 19 feet 6 inches, laden with 4,200 tons of coal, by the use of four sea anchors, the vessel going at full speed, was turned at right angles to her previous course with an advance of only 200 feet, or less than her own length This means that if an enemy submarine had launched a torpedo against the ship while she was on her original course it would have passed by without harming her, thus making submarine torpedo attack of no avail It may be noted parenthetically that this apparatus has its uses in the merchant-marine in peacetimes For instance, should the look-out on a steamship running at full speed sight an iceberg 300 or 400 feet ahead this device could be instantly put into use and the ship could be turned quickly enough to avoid a collision

There is only space for a passing mention of the immense amount of data which Edison gathered, tabulated, and charted in his study and evolution of strategical plans suggested by him to the government in the line of lessening the destruction by submarines He spent day and night for several months with a number of assistants working out these plans It is not possible to make more specific mention of them here, as they are too voluminous for these pages

With this tremendous amount of work pressing on him he retained his accustomed good health and buoyancy, due, undoubtedly, to his cheerful spirit,

philosophical nature, and abstemious living Soon after the armistice was signed his experimental work for the government came to an end, and he then switched back to the general supervision of his business interests and to his ceaseless experiments through which he is continually making improvements and refinements in the products of the large industries which he established and in which he is so greatly interested.

Mention should also be made of another extensive project he has undertaken, and that is the production of rubber from plants, weeds, bushes, shrubs, etc, grown in the United States This he speaks of as "emergency" rubber, to be resorted to in case our country should ever be embarrassed in obtaining a supply of rubber from present sources This is a tremendous problem, but he is applying to its solution the same resourceful powers that have characterized his previous endeavors

Herein, and in the development of new ideas, lies Edison's daily work and pleasure, and although he is in his eighties at this writing, with still boundless energy, it may be said of him

> "Age cannot wither him, nor custom stale
> His infinite variety"

Notable Events and Achievements in the Life of Thomas Alva Edison

Prepared for the Edison Pioneers and copyrighted 1926 by
W H. MEADOWCROFT, Historian.

1847 Born February 11th, at Milan, Ohio.
1854 Moved to Port Huron, Mich.
1857 Started chemical laboratory in cellar of his home.
1859 Became newsboy and "candy butcher" on trains of Grand Trunk Railway, running between Port Huron and Detroit. (The whirligig of time brings about peculiar developments. The Edison Storage Battery, the Edison Primary Battery and the Ediphone are now used by the Grand Trunk Railway Company, on whose trains Edison commenced life as a "newsie.")
1862 Printed and published a newspaper, "The Weekly Herald," on the train. The first newspaper ever printed on a moving train.
1862 Saved from death young son of J U. Mackenzie, station agent at Mount Clemens, Mich. In gratitude, the father taught Edison telegraphy.
1862 Put up a telegraph line from Port Huron railway station to village and worked in local office.
1863 First position as regular telegraph operator on Grand Trunk Railway, at Stratford Junction, Canada
1863 to 1868 Spent nearly five arduous years as a telegraph operator in various cities of the Central Western states, always studying and experimenting to improve the apparatus.
1868 Entered office of Western Union in Boston as operator. Later, resigned to experiment on duplex system of telegraphy, and went into private telegraph line business.
1868 Made his first patented invention, Electrical Vote Recorder Application for patent signed October 11, 1868.
1869 Landed in New York City from Boston boat, poor and in debt. Shortly afterward, looking for work, was in operating room of Gold & Stock Telegraph Company when apparatus broke down. No one but Edison could fix it and he was given a job as superintendent at $300 a month.

1869 Went into Partnership with Franklin L. Pope as electrical engineer. Improved stock tickers and made new inventions, among which was the "Universal" stock ticker, also the Unison Device.

1870 Received first money for inventions, $40,000. Opened manufacturing shop in Newark, where he made tickers, etc.

1871 Assisted Sholes, the inventor of the typewriter, to make the first successful working model

1872 to 1876 Worked on and completed many inventions, including motograph, automatic telegraph systems, duplex, quadruplex, sextuplex and multiplex telegraph systems, also paraffin paper (came into use later for wrapping candies), also the electric pen which, with other improvements made by him, became the present day mimeograph; carbon rheostat, microtasimeter, etc. His invention of the quadruplex system of telegraphy was a great development in the art and saved the investment of many millions of dollars in wires.

1875 Discovered previously unknown and unique electric phenomena, which he called "Etheric Force." Twelve years afterward these phenomena were recognized as due to electric waves in free space, and became the foundation of wireless telegraphy.

1876 to 1877 Moved from Newark to laboratory at Menlo Park, N. J. Invented the carbon telephone transmitter, which made telephony a commercial art. This invention included the Microphone, which makes Radio possible. Invented the phonograph. Patent was issued by United States Patent Office within two months after application, without a single reference.

1878 First half of year improving the phonograph. In summer went with astronomical party to Rawlins, Wyo., to test his microtasimeter during an eclipse of the sun. On returning commenced investigation of electric light problem.

1878 In a prophetic article in the North American Review he foreshadowed ten prominent uses for the phonograph — all since accomplished — including its combination with the telephone, which became a reality in 1914 with the perfection of the Telescribe.

1879 Invented incandescent electric lamp. The invention was perfected October 21st, 1879, on which day there was put into circuit the first lamp embodying the principles of the modern incandescent lamp, and this lamp maintained its incandescence for over 40 hours.

1879 Invented radical improvements of construction of dynamos, including the mica laminated armature and mica insulated commutator, and constructed the first practical generators for systems of distribution of current for light, heat and power. Invented systems of generation, distribution, regulation and measurement of electric current. Invented sockets, switches, insulating tape, etc He also invented gummed paper tape now in common use instead of twine or string for securing packages.

1879 The first electric motor ever made for a commercial circuit of 110 to 120 volts was constructed by Edison at Menlo Park, N J, in 1879. This motor is still in existence and operative, and is in the Edison Historical Collection.

1879 December 31. Gave public demonstration of electric lighting system in streets and buildings at Menlo Park, N. J., using underground mains

1880 Invented further improvements in systems and details for electric light, heat and power, and prepared to introduce same commercially Established first incandescent lamp factory at Menlo Park, N. J.

1880 Invented magnetic ore separator.

1881 Opened business offices at No. 65 Fifth Avenue, New York City.

1881 Established second and improved commercial incandescent lamp factory at Harrison, N. J Organized and established shops at 104 Goerck St., 108 Wooster St, and 65 Washington St., New York City, for the manufacture of dynamos, underground conductors, sockets, switches, fixtures, meters, etc

1880 to 1882 Invented and installed first life-sized electric railway for freight and passengers at Menlo Park, N. J.

1882 September 4. Commenced operation of first commercial central station in New York City for distribution of electric current for light, power and heat.

1883 First three-wire central station for electric lighting installed at Sunbury, Pa.

1883 Discovered a previously unknown phenomenon. He found that an independent wire or plate placed between the legs of the filament of an incandescent lamp acted as a valve to control the flow of current. This became known as the "Edison effect" Patent was issued to him in 1883, No. 307,031. This discovery covers the foundation principle on which every modern Radio lamp (or tube) is based.

1880 to 1887 Strenuous years of invention and endeavor in extending, improving and exploiting the electric light, heat and power systems. During these years he took out upwards of three hundred patents, many of them of fundamental importance such, for instance, as that covering the feeder system, and that covering the three-wire system.

1881 to 1887 Invented system of wireless telegraphy, (by induction) to and from trains in motion, or between moving trains and railway stations. Installed on Lehigh Valley R. R in 1887, and used several years. Also invented a wireless system of communication between ships at sea, and between ships and the shore and between distant points on land Patent No. 465,971 was issued on this invention, the application having been filed May 23, 1885, two years before the publication of the work of Hertz. This patent was sold by Edison to the Marconi Wireless Telegraph Company.

1887 Moved to present laboratory at West Orange, New Jersey.

1887 to 1890 Invented improvements on present type of cylinder phonograph. In these four years took out over eighty patents on these improvements, and also established a very extensive commercial business in the manufacture and sale of phonographs and records, including dictating machine, shaveable record and shaving machine.

1891 Made a number of inventions relating to electric railways.

1891 Invented the motion picture camera. By the invention of this mechanism, with the continuous tape-like film originated by Eastman, it became possible to take and reproduce motion pictures as we have them at this day.

1891 to 1900 These years were spent on the great iron ore concentrating enterprise, in which Edison did some of his most brilliant engineering work. He made many important inventions during this period, among which were the giant rolls for breaking large masses of rock and the three-high rolls for fine crushing. During this period he also invented the Fluoroscope Edison realized the necessity and value of a practical fluorescent screen for making examinations with the X-ray. He made thousands of crystallizations of single and double chemical salts, and finally discovered that crystals of Calcium Tungstate made in a particular way were highly fluorescent to the X-ray, and invented the first Fluoroscope. He also made many improvements in X-ray tubes

1900 to 1910 This period covers the work resulting in the invention of the Edison Steel Alkaline Storage Battery, and its commercial introduction

1900 to 1909 During these years Edison established a Portland cement mill. He made many important inventions relating to the method and processes involved in the production of Portland cement. Some of these, such as the long kiln, are of great importance to the industry in general.

1902 Worked on improvements in the Edison Primary Battery.

1903 Made important inventions relating to phonograph cylinders.

1905 Introduced new dictating machine, which enabled the dictator to hear repetitions and make paper scale corrections

1907 Introduced for first time the Universal electric motor for operating dictating machines on all lighting circuits.

1910 to 1914 Worked on improved disc phonograph. This work resulted in the production of an instrument and records which reproduce vocal and instrumental music with absolute fidelity and sweetness Improvements in recording have been made, and all overtones are reproduced The diamond point reproducer and the indestructible record are important inventions and, on the whole, Edison's disc phonograph commenced a new era in phonographs

1912 Introduced the Kinetophone or talking motion picture, after spending much time in its development during a number of years past. In 1887 he foreshadowed the production of this combined device.

1913 Introduced automatic correction device for dictating machine.

1914 Edison, being the largest individual user in the United States of carbolic acid (for making phonograph records), found himself in danger of being compelled to close his factory by reason of the embargo placed on exportation by England and Germany, the sources of supply, carbolic acid being used in making explosives. Edison devised a plan for making carbolic acid synthetically, set gangs of men working twenty-four hours a day to build a plant, and on eighteenth day was making acid Within four weeks the plant could turn out a ton a day

1914 On the night of December 9th Edison's great plant at West Orange, N. J, was the scene of a great conflagration. Early next morning gangs of men were at work clearing up the wreck Hundreds more were added during the day and work was continued twenty-four hours a day Within thirty-six hours after the fire Edison had given full orders for the complete rehabilitation of the plant.

1914 Invented the Telescribe, combining the telephone and the dictating phonograph, thus permitting the recording of both sides of telephone messages.

1915 Very early in the year Edison found he was in danger of being unable to obtain a continuous supply of benzol from which he made his synthetic carbolic acid. The European war had created an enormous demand and supplies were uncertain. He decided to erect his own benzol plants. He first looked up all the literature on erection and operation of benzol absorbing plants, and then made engineering plans for a type of plant that could be quickly installed. Experimented on and perfected it in his laboratory. He arranged with two coke oven plants to put in his benzol plants. The first at the Cambria Steel Company's plant at Johnstown, Pa., installed and put into operation in forty-five days. The second at the plant of the Woodward Iron Company, at Woodward, Ala., completed in 60 days. Ordinarily, it requires about nine months to install a benzol plant. Two other benzol plants were erected in Canada according to his plans, each being completed and put in operation within sixty days. All these plants came into successful commercial operation, producing benzol, toluol, solvent naphtha, xylol and naphthaline for several years.

1915 About March, Edison conceived the idea of helping out the textile and rubber industries of America by making myrbane, aniline oil and aniline salt, which are always in great demand and which had been previously imported from Germany. He exhausted the literature on the subject, as usual, then laid out the plant. By bringing great pressure to bear, and working day and night, he installed his plant in forty-five working days, commenced deliveries in June, and was soon turning out over 4,000 pounds a day.

1915 The fur dyeing industry and other arts were suffering from a great scarcity of paraphenylenediamine, formerly imported from Germany. Edison also uses it in the manufacture of records for his Diamond Disc Phonograph; being unable to procure it, he experimented in his laboratory until he found a way to make it. Much pressure was brought to bear on him to supply some of it to fur dyers and others. He equipped a separate plant for this and ultimately manufactured over a ton a day, thus relieving a serious situation.

1915 The great scarcity of carbolic acid in America brought innumerable requests to Edison to sell some of his prod-

uct. His first plant worked well, producing about 7,000 pounds a day. This, however, was not nearly sufficient to supply the demand. He therefore projected and installed another plant with a capacity of about 7,000 pounds additional a day. As he devised improved processes for use in this larger plant there were a vast number of difficult problems to solve, but with old-time energy and dogged perseverance he overcame all after many weeks of strenuous work.

1916 Worked several months making important improvements in the manufacturing technique of disc phonograph records, and on studies of new methods and devices for recording. Worked on improved methods and processes for his chemical products, also worked out processes for making paramidaphenol, base and hydrochloride, benzidine base and sulphate and constructed new plants for their manufacture.

As President of the Naval Consulting Board did a large amount of work during the year, connected with question of national defense.

1917 and 1918 Worked these years on special experiments on war problems for the United States Government. Space will not permit details. Suffice it to say that he worked on the following major problems, submitting reports from time to time to the Secretary of the Navy.

1 Locating position of guns by sound-ranging.
2 Detecting submarines by sound from moving vessels.
3 Detecting on moving vessels the discharge of torpedoes by submarines.
4 Quick turning of ships
5 Strategic plans for saving cargo boats from submarines.
6 Collision mats.
7 Taking merchant-ships out of mined harbors
8 Oleum cloud shells.
9 Camouflaging ships and burning anthracite.
10 More power for torpedoes
11 Coast patrol by submarine buoys.
12 Destroying periscopes with machine guns.
13 Cartridge for taking soundings
14 Sailing-lights for convoys.
15 Smudging sky-line.
16 Obstructing torpedoes with nets.
17 Under-water search-light
18 High-speed signalling with search-lights.
19 Water-penetrating projectile
20 Airplane detection.
21 Observing periscopes in silhouette.

1914 Invented the Telescribe, combining the telephone and the dictating phonograph, thus permitting the recording of both sides of telephone messages.

1915 Very early in the year Edison found he was in danger of being unable to obtain a continuous supply of benzol from which he made his synthetic carbolic acid The European war had created an enormous demand and supplies were uncertain. He decided to erect his own benzol plants. He first looked up all the literature on erection and operation of benzol absorbing plants, and then made engineering plans for a type of plant that could be quickly installed. Experimented on and perfected it in his laboratory. He arranged with two coke oven plants to put in his benzol plants. The first at the Cambria Steel Company's plant at Johnstown, Pa, installed and put into operation in forty-five days. The second at the plant of the Woodward Iron Company, at Woodward, Ala., completed in 60 days. Ordinarily, it requires about nine months to install a benzol plant. Two other benzol plants were erected in Canada according to his plans, each being completed and put in operation within sixty days. All these plants came into successful commercial operation, producing benzol, toluol, solvent naphtha, xylol and naphthaline for several years.

1915 About March, Edison conceived the idea of helping out the textile and rubber industries of America by making myrbane, aniline oil and aniline salt, which are always in great demand and which had been previously imported from Germany. He exhausted the literature on the subject, as usual, then laid out the plant. By bringing great pressure to bear, and working day and night, he installed his plant in forty-five working days, commenced deliveries in June, and was soon turning out over 4,000 pounds a day.

1915 The fur dyeing industry and other arts were suffering from a great scarcity of paraphenylenediamine, formerly imported from Germany. Edison also uses it in the manufacture of records for his Diamond Disc Phonograph, being unable to procure it, he experimented in his laboratory until he found a way to make it. Much pressure was brought to bear on him to supply some of it to fur dyers and others. He equipped a separate plant for this and ultimately manufactured over a ton a day, thus relieving a serious situation.

1915 The great scarcity of carbolic acid in America brought innumerable requests to Edison to sell some of his prod-

uct. His first plant worked well, producing about 7,000 pounds a day. This, however, was not nearly sufficient to supply the demand. He therefore projected and installed another plant with a capacity of about 7,000 pounds additional a day. As he devised improved processes for use in this larger plant there were a vast number of difficult problems to solve, but with old-time energy and dogged perseverance he overcame all after many weeks of strenuous work

1916 Worked several months making important improvements in the manufacturing technique of disc phonograph records, and on studies of new methods and devices for recording. Worked on improved methods and processes for his chemical products, also worked out processes for making paramidaphenol, base and hydrochloride, benzidine base and sulphate and constructed new plants for their manufacture.

As President of the Naval Consulting Board did a large amount of work during the year, connected with question of national defense.

1917 and 1918 Worked these years on special experiments on war problems for the United States Government Space will not permit details. Suffice it to say that he worked on the following major problems, submitting reports from time to time to the Secretary of the Navy,

1 Locating position of guns by sound-ranging.
2 Detecting submarines by sound from moving vessels.
3 Detecting on moving vessels the discharge of torpedoes by submarines.
4 Quick turning of ships.
5 Strategic plans for saving cargo boats from submarines.
6 Collision mats
7 Taking merchant-ships out of mined harbors
8 Oleum cloud shells.
9 Camouflaging ships and burning anthracite.
10 More power for torpedoes
11 Coast patrol by submarine buoys.
12 Destroying periscopes with machine guns.
13 Cartridge for taking soundings.
14 Sailing-lights for convoys.
15 Smudging sky-line.
16 Obstructing torpedoes with nets.
17 Under-water search-light
18 High-speed signalling with search-lights.
19 Water-penetrating projectile.
20 Airplane detection.
21 Observing periscopes in silhouette.

22 Steamship decoys.
23 Zigzagging.
24 Reducing rolling of warship.
25 Obtaining nitrogen from the air.
26 Stability of submerged submarines.
27 Hydrogen detector for submarines
28 Induction balance for submarine detection.
29 Turbine head for projectile.
30 Protecting observers from smoke-stack gas
31 Mining Zeebrugge harbor.
32 Blinding submarine and periscopes.
33 Mirror-reflection system for **warships.**
34 Device for look-out men
35 Extinguishing fires in coal bunkers.
36 Telephone system on ships.
37 Extension ladder for spotting-top
38 Preserving submarine and other guns from rust.
39 Freeing range-finder from spray.
40 Smudging periscopes.
41 Night glass.
42 Re-acting shell

1919 to date — In his zeal to serve the Government, Edison had left his business in charge of his officials for the two years he was so engaged. After the Armistice he returned to his plant at Orange, N. J., and resumed the direction of his affairs. In the years that have since passed he has performed a prodigious amount of work in reorganizing his plant, experimenting on new devices, processes and improvements, and perfecting many technical processes and mechanisms, including the electric control of Executive Model Ediphone, and other important developments. Since the beginning of 1919 he has filed 44 applications for patents and 40 patents have been issued to him in that period. Altogether, about 1,150 patents have been issued to him. During the last two or three years he has taken over the active management of his commercial enterprises and carried them on with his accustomed vigor. He still works from 16 to 18 hours a day